

42

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 1 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 3 6 8 0 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 3 6 8 0 1]

出 願 人 日 本 電 信 電 話 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH147023

【提出日】 平成15年 2月14日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H04L 12/24
H04L 12/48

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 シマザキ ダイサク

【氏名】 島▲崎▼ 大作

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 オホキ エイジ

【氏名】 大木 英司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【フリガナ】 ヤマナカ ナオキ

【氏名】 山中 直明

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078237

【住所又は居所】 東京都練馬区関町北二丁目 26 番 18 号

【弁理士】

【氏名又は名称】 井 出 直 孝

【電話番号】 03-3928-5673

【選任した代理人】

【識別番号】 100083518

【住所又は居所】 東京都練馬区関町北二丁目 26 番 18 号

【弁理士】

【氏名又は名称】 下 平 俊 直

【電話番号】 03-3928-5673

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014421

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701394

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ノードおよび階層化ネットワーク

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ネットワークを構成するノードが 1 つまたは複数のノードにより構成されるセルに分割され、このセルはレベル 1 の仮想ノードと定義され、このレベル 1 の仮想ノードはレベル 1 の仮想ネットワークを構成し、当該レベル 1 の仮想ネットワークを構成するレベル 1 の仮想ノードが、さらに、1 つまたは複数の仮想ノードにより構成されるセルに分割されてレベル 2 の仮想ノード化され、このようなセル分割および仮想ノード化の操作を 1 回もしくは複数 N 回行うことにより構築された 1 ~ N レベルの仮想ネットワークにより階層化ネットワークが構成され、当該階層化ネットワークでは、同レベルまたは異レベルの異なる仮想ノード間を接続しているリンクが存在する場合に、このリンク上の仮想ノードの内部と外部との接点に相当するノードはインタフェースと定義され、当該インタフェースに係わる最も上位の仮想ノードがレベル M ($\leq N$) であるときには、当該インタフェースは、レベル 1 ~ M までの複数階層のインタフェースを兼ねると定義された階層化ネットワークにおけるレベル 1 の仮想ノードを構成するノードにおいて、

自仮想ノード内の他ノードに対して自己に接続されたリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する手段と、

自仮想ノード内の他ノードからの自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段と、

自仮想ノード内の前記インタフェースに相当するノードからの当該ノードとレベル 2 以上の仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段と

を備えたことを特徴とするノード。

【請求項 2】 自己の IP アドレスを自仮想ノードのインタフェースに相当するノードに伝達する手段と、

当該インタフェースに相当するノードから伝達された自仮想ノード以外の仮想

ノードに属する他ノードのIPアドレスおよび当該IPアドレスが属する仮想ノードの情報である外部IPアドレス群情報を保持する手段と

を備えた請求項1記載のノード。

【請求項3】 自己のIPアドレスを自仮想ノードのインタフェースに相当するノードに伝達する手段と、

自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードのIPアドレスおよび当該IPアドレスが属する仮想ノードの情報である外部IPアドレス群情報を前記インタフェースに相当するノードに要求して取得する手段と

を備えた請求項1記載のノード。

【請求項4】 自己のIPアドレスと自己と自仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンクコスト情報とを当該インタフェースに相当するノードに伝達する手段と、

当該インタフェースに相当するノードから伝達された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードのIPアドレスおよび当該IPアドレスが属する仮想ノードの情報である外部IPアドレス群情報と前記インタフェースに相当するノードから当該他ノードまでのリンクコスト情報を当該他ノードのIPアドレスに対応して保持する手段と

を備えた請求項1記載のノード。

【請求項5】 自己のIPアドレスと自己と自仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンクコスト情報とを当該インタフェースに相当するノードに伝達する手段と、

自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードのIPアドレスおよび当該IPアドレスが属する仮想ノードの情報である外部IPアドレス群情報と前記インタフェースに相当するノードから当該他ノードまでのリンクコスト情報を当該他ノードのIPアドレスを指定して前記インタフェースに相当するノードに要求して取得する手段と

を備えた請求項1記載のノード。

【請求項6】 自仮想ノードの前記インタフェースに相当するノードに対してリーチャビリティ確認用のパケットを送出する手段を備えた請求項1記載のノード

ド。

【請求項 7】 自仮想ノードの複数の前記インタフェースに相当するノードに対するリンクコストをそれぞれ計算する手段を備え、

前記送出する手段は、この計算する手段の計算結果にしたがって最もリンクコストの小さい前記インタフェースに相当するノードに対してリーチャビリティ確認用のパケットを送出する手段を備えた

請求項 6 記載のノード。

【請求項 8】 自仮想ノードの複数の前記インタフェースに相当するノードに対するリンクコストをそれぞれ計算する手段を備え、

前記送出する手段は、この計算する手段の計算結果にしたがってリンクコストが小さい順に n (n は自然数) 番目までのインタフェースに相当するノードに対してリーチャビリティ確認用のパケットを送出する手段を備えた

請求項 6 記載のノード。

【請求項 9】 自仮想ノードの複数の前記インタフェースに相当するノードに対するリンクコストをそれぞれ計算する手段を備え、

前記送出する手段は、この計算する手段の計算結果にしたがってリンクコストが小さい順に n (n は自然数) 番目までのインタフェースに相当するノードに対して当該順番情報を含むリーチャビリティ確認用のパケットを送出する手段を備えた

請求項 6 記載のノード。

【請求項 10】 ネットワークを構成するノードが 1 つまたは複数のノードにより構成されるセルに分割され、このセルはレベル 1 の仮想ノードと定義され、このレベル 1 の仮想ノードはレベル 1 の仮想ネットワークを構成し、当該レベル 1 の仮想ネットワークを構成するレベル 1 の仮想ノードが、さらに、1 つまたは複数の仮想ノードにより構成されるセルに分割されてレベル 2 の仮想ノード化され、このようなセル分割および仮想ノード化の操作を 1 回もしくは複数 N 回行うことにより構築された 1 ～ N レベルの仮想ネットワークにより階層化ネットワークが構成され、当該階層化ネットワークでは、同レベルまたは異レベルの異なる仮想ノード間を接続しているリンクが存在する場合に、このリンク上の仮想ノード

ドの内部と外部との接点に相当するノードはインタフェースと定義され、当該インタフェースに係わる最も上位の仮想ノードがレベル M ($\leq N$) であるときには、当該インタフェースは、レベル $1 \sim M$ までの複数階層のインタフェースを兼ねると定義された階層化ネットワークにおけるレベル 1 の仮想ノードを構成するノードにおいて、

自仮想ノード内の他ノードに対して自己に接続されたリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する手段と、

自仮想ノード内の他ノードからの自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段と

を備えたことを特徴とするノード。

【請求項 11】 経路計算に先立って、自仮想ノードのインタフェースに相当するノードとレベル 2 以上の仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を当該インタフェースに相当するノードに要求して取得する手段を備えた請求項 10 記載のノード。

【請求項 12】 ネットワークを構成するノードが 1 つまたは複数のノードにより構成されるセルに分割され、このセルはレベル 1 の仮想ノードと定義され、このレベル 1 の仮想ノードはレベル 1 の仮想ネットワークを構成し、当該レベル 1 の仮想ネットワークを構成するレベル 1 の仮想ノードが、さらに、 1 つまたは複数の仮想ノードにより構成されるセルに分割されてレベル 2 の仮想ノード化され、このようなセル分割および仮想ノード化の操作を 1 回もしくは複数 N 回行うことにより構築された $1 \sim N$ レベルの仮想ネットワークにより階層化ネットワークが構成され、当該階層化ネットワークでは、同レベルまたは異レベルの異なる仮想ノード間を接続しているリンクが存在する場合に、このリンク上の仮想ノードの内部と外部との接点に相当するノードはインタフェースと定義され、当該インタフェースに係わる最も上位の仮想ノードがレベル M ($\leq N$) であるときには、当該インタフェースは、レベル $1 \sim M$ までの複数階層のインタフェースを兼ねると定義された階層化ネットワークにおけるレベル 1 の仮想ノードを構成するノードにおいて、

自己が前記インタフェースに相当する場合には、

自仮想ノード内の他ノードに対して自己に接続された自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報および自己に接続された他仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する手段と、

自仮想ノード内の他ノードからの自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段と、

他仮想ノードの前記インタフェースに相当するノードからの上位レベルの前記インタフェースに相当するノード間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段と

を備えたことを特徴とするノード。

【請求項 13】 自仮想ノード内の他ノードから IP アドレス情報を収集して保持する手段と、

この収集して保持する手段により収集した IP アドレス情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段と、

他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報を保持して自仮想ノード内の他ノードに伝達する手段と

を備えた請求項 12 記載のノード。

【請求項 14】 自仮想ノード内の他ノードから IP アドレス情報を収集して保持する手段と、

この収集して保持する手段により収集した IP アドレス情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段と、

他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報を保持する手段と、

他ノードからの要求に応じて当該保持する手段に保持された外部 IP アドレス群情報を当該他ノードに提供する手段と

を備えた請求項 12 記載のノード。

【請求項 15】 自仮想ノード内の他ノードから IP アドレス情報と当該他ノードと自己との間のリンクコスト情報とを収集して保持する手段と、

この収集して保持する手段により収集した IP アドレス情報およびリンクコスト情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段と、

他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報と当該他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから当該他ノードまでのリンクコスト情報とを当該他ノードの IP アドレスに対応して保持して自仮想ノード内の他ノードに伝達する手段と

を備えた請求項 12 記載のノード。

【請求項 16】 自仮想ノード内の他ノードから IP アドレス情報と当該他ノードと自己との間のリンクコスト情報とを収集して保持する手段と、

この収集して保持する手段により収集した IP アドレス情報およびリンクコスト情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段と、

他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報と当該他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから当該他ノードまでのリンクコスト情報とを当該他ノードの IP アドレスに対応して保持する手段と、

他ノードからの要求に応じて当該保持する手段に保持された外部 IP アドレス群情報およびリンクコスト情報を当該他ノードに提供する手段と

を備えた請求項 12 記載のノード。

【請求項 17】 自仮想ノード内の他ノードからリーチャビリティ確認用のパケットを受信する手段と、

当該受信する手段により受信されたパケットの IP アドレスを集約して自仮想ノード内のノードに関する内部 IP アドレス群情報を生成する手段と、

自仮想ノード内の前記インタフェースに相当する他ノードとの間で当該生成する手段により生成された内部 IP アドレス群情報を交換しあいその過不足を補正

して自仮想ノードにおける統一された内部 IP アドレス群情報として同期させる手段と、

当該同期させる手段により統一された内部 IP アドレス群情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段と

を備えた請求項 12 記載のノード。

【請求項 18】 前記広告する手段は、

自仮想ノード内の前記インタフェースに相当する他ノードから同じ他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに対する広告経路の有無を判定する手段と

、
この判定する手段の判定結果が“有”であるときには、前記他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに対して自己または前記他ノードのいずれか一方の広告経路により広告を行う手段と

を備えた請求項 12 記載のノード。

【請求項 19】 自仮想ノード内の他ノードからリーチャビリティ確認用のパケットを受信する手段と、

当該受信する手段により受信されたパケットの IP アドレスを集約して自仮想ノード内のノードに関する内部 IP アドレス群情報を生成する手段と、

当該生成する手段により生成された内部 IP アドレス群情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段と

を備えた請求項 12 記載のノード。

【請求項 20】 自仮想ノード内の他ノードから自己が当該他ノードにとって n 番目にリンクコストが小さい旨の情報を含むリーチャビリティ確認用のパケットを受信する手段と、

当該受信する手段により受信されたパケットの IP アドレスを当該 n の値毎に集約して自仮想ノード内のノードに関する内部 IP アドレス群情報を生成する手段と、

当該生成する手段により生成された内部 IP アドレス群情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段と

を備えた請求項 12 記載のノード。

【請求項 2 1】 ネットワークを構成するノードが 1 つまたは複数のノードにより構成されるセルに分割され、このセルはレベル 1 の仮想ノードと定義され、このレベル 1 の仮想ノードはレベル 1 の仮想ネットワークを構成し、当該レベル 1 の仮想ネットワークを構成するレベル 1 の仮想ノードが、さらに、1 つまたは複数の仮想ノードにより構成されるセルに分割されてレベル 2 の仮想ノード化され、このようなセル分割および仮想ノード化の操作を 1 回もしくは複数 N 回行うことにより構築された 1 ～ N レベルの仮想ネットワークにより階層化ネットワークが構成され、当該階層化ネットワークでは、同レベルまたは異レベルの異なる仮想ノード間を接続しているリンクが存在する場合に、このリンク上の仮想ノードの内部と外部との接点に相当するノードはインタフェースと定義され、当該インタフェースに係わる最も上位の仮想ノードがレベル M ($\leq N$) であるときには、当該インタフェースは、レベル 1 ～ M までの複数階層のインタフェースを兼ねると定義された階層化ネットワークにおけるレベル 1 の仮想ノードを構成するノードにおいて、

自己が前記インタフェースに相当する場合には、

自己と同レベルのインタフェースに相当するノードに対して自己に接続された自己と同レベルのリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する手段と、

自己と同レベルのインタフェースに相当するノードからの自己と同レベルのインタフェースに相当するノード間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段と

を備えたことを特徴とするノード。

【請求項 2 2】 経路計算に先立って、自己よりも上位レベルのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を当該インタフェースに相当するノードに要求して取得する手段を備えた請求項 2 1 記載のノード。

【請求項 2 3】 経路設定における発ノードは、

外部 IP アドレス群情報に基づき経路設定における着ノードの IP アドレスから当該着ノードが属する仮想ノードを特定する手段と、

自仮想ノードのインタフェースに相当するノードとレベル 2 以上の仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき前記特定する手段により特定された前記着ノードが属する仮想ノードのインタフェースに相当するノードまでの経路を探索する手段とを備えた請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のノード。

【請求項 2 4】 前記着ノードが属する仮想ノードのインタフェースに相当するノードに対して当該仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を要求して取得する手段と、

当該要求して取得する手段により取得した前記リンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき前記着ノードが属する仮想ノードのインタフェースに相当するノードまでの経路を探索する手段により探索された経路に加えて当該インタフェースに相当するノードから前記着ノードまでの経路を探索する手段を備えた

請求項 2 3 記載のノード。

【請求項 2 5】 自己から前記着ノードまでの経路に含まれる仮想ノードのインタフェースに相当するノードに対して当該仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を要求して取得する手段と、

当該要求して取得する手段により取得した前記リンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき自己から前記着ノードまでの経路に含まれる仮想ノード内の経路を探索する手段を備えた

請求項 2 3 記載のノード。

【請求項 2 6】 経路設定における発ノードは、

外部 IP アドレス群情報に基づき経路設定における着ノードの IP アドレスから当該着ノードが属する仮想ノードを特定する手段と、

自仮想ノードのインタフェースに相当するノードとレベル 2 以上の仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき自己からインタフェースに相当するノードまでの経路計算が可能な最上位レベルの仮想ノードがいずれのレベルであるかを示す情報および自己から当該インタフェースに相当するノードまでのリンクコストが小さい順に

上位 n 番目までの経路を探索した結果を経路設定における着ノードに通知する手段を備え、

前記着ノードは、通知された前記情報に基づき前記発ノードからインタフェースに相当するノードまでの経路計算が可能な前記最上位レベルの仮想ノードのインタフェースに相当するノードまでの自己からの経路を探索するとともに当該探索結果に前記上位 n 番目までの経路を探索した結果を組み合わせる最もリンクコストの小さくなる経路を最終的に探索された経路として前記発ノードに通知する手段を備えた

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のノード。

【請求項 27】 前記保持する手段に保持されたリンク情報を参照して自仮想ノードと他仮想ノードとを接続するリンクが自己に接続されているか否かを判定する手段と、

この判定する手段の判定結果により自仮想ノードと他仮想ノードとを接続するリンクが自己に接続されているときには自己が当該リンクに設定されたパスのレイヤにおける終端点に相当するか否かを判定する手段と、

この判定する手段の判定結果により自己が前記終端点に相当するときには自己が前記インタフェースに相当するノードであると認識して前記インタフェースに相当する機能を発動する手段と

を備えた請求項 1 ないし 26 のいずれかに記載のノード。

【請求項 28】 自己に係わるリソース使用状況を監視する手段と、

この監視する手段の監視結果に基づき自仮想ノード内の他ノードに対するデータ転送に用いるリソースに空きがなくなり自己が前記インタフェースに相当する場合には自己に接続されたレベル 1 の他仮想ノードに属するノードとしての機能を発動すると共に自己が属する仮想ノード情報を当該所属する仮想ノードの変更に伴い更新する手段と、

この更新する手段の更新内容を広告する手段と、

他ノードから当該広告を受け取ったときには自己が属する仮想ノード情報を当該広告に基づき更新する手段と

を備えた請求項 1 ないし 26 のいずれかに記載のノード。

【請求項 29】 自己に係わるリンクコストを監視する手段と、

この監視する手段の監視結果に基づき自仮想ノード内の他ノードに対するデータ転送に用いるリンクコストが閾値を超え自己が前記インタフェースに相当する場合には自己に接続されたレベル 1 の他仮想ノードに属するノードとしての機能を発動すると共に自己が属する仮想ノード情報を当該所属する仮想ノードの変更に伴い更新する手段と、

この更新する手段の更新内容を広告する手段と、

他ノードから当該広告を受け取ったときには自己が属する仮想ノード情報を当該広告に基づき更新する手段と

を備えた請求項 1 ないし 26 のいずれかに記載のノード。

【請求項 30】 請求項 1 ないし 29 のいずれかに記載のノードにより構成されたことを特徴とする階層化ネットワーク。

【請求項 31】 請求項 30 記載の階層化ネットワークの構成方法において、自仮想ノードと他仮想ノードとの間のリンクに設定されたパスのレイヤに応じて当該レイヤのパスを終端する機能を備えたノードが当該レイヤのパスを終端した場合に当該ノードを前記インタフェースに相当するノードとして設定することを特徴とする階層化ネットワークの構成方法。

【請求項 32】 請求項 30 記載の階層化ネットワークの構成方法において、ノード間に設定されたリンクを用いたデータ転送に用いるリソースに空きがなくなったときには、当該ノード間を異なる仮想ノードに分割することを特徴とする階層化ネットワークの構成方法。

【請求項 33】 請求項 30 記載の階層化ネットワークの構成方法において、ノード間に設定されたリンクを用いたデータ転送に用いるリンクコストが閾値を超えたときには、当該ノード間を異なる仮想ノードに分割することを特徴とする階層化ネットワークの構成方法。

【請求項 34】 請求項 30 記載の階層化ネットワークを構成するノードを一括制御するネットワーク制御装置において、

自仮想ノードと他仮想ノードとの間のリンクに設定されたパスのレイヤに応じて当該レイヤのパスを終端する機能を備えたノードが当該レイヤのパスを終端し

た場合に当該ノードを前記インタフェースに相当するノードとして設定する手段を備えたことを特徴とするネットワーク制御装置。

【請求項 35】 請求項 30 記載の階層化ネットワークを構成するノードを一括制御するネットワーク制御装置において、

ノード間に設定されたリンクを用いたデータ転送に用いるリソースに空きがなくなったときには、当該ノード間を異なる仮想ノードに分割する手段を備えたことを特徴とするネットワーク制御装置。

【請求項 36】 請求項 30 記載の階層化ネットワークを構成するノードを一括制御するネットワーク制御装置において、

ノード間に設定されたリンクを用いたデータ転送に用いるリンクコストが閾値を超えたときには、当該ノード間を異なる仮想ノードに分割する手段を備えたことを特徴とするネットワーク制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、パスの経路選択やリアレンジなどのトラヒックエンジニアリングを行うパスネットワークの構成技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

複数のレイヤのネットワークが混在している場合に、それぞれのレイヤで個別のネットワーク管理が行われている場合が多い。このときネットワーク管理方法は、レイヤによって異なり、一つの装置がネットワーク全ての状態を把握し、制御を行う集中制御方式や、リンクステートを交換することでネットワーク中の全てのノードが情報を共有しあう分散制御方式などがある。

【0003】

また、一つのレイヤの制御に限って、ネットワークを複数のエリアに区切って、それぞれのエリアで管理する方式もある。（例えば、非特許文献 1 および 2 参照）

【0004】

【非特許文献 1】

K. Sato, N. Yamanaka, et al., "GMPLS-based photonic multilayer router (Hikari router) architecture: an overview of traffic engineering and signaling technology," IEEE Commun. Mag., Vol. 40, Issue 3, Mar. 2002

【非特許文献 2】

E. oki, N. Yamanaka, et al., "A heuristic multi-layer optimum topology design scheme based on traffic measurement for IP + phatonic networks," Optical Fiber Communication Conference and Exhibit, pp. 17-22, Mar. 2002

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

複数のレイヤのネットワークが混在した状況で分散制御マルチレイヤトラヒックエンジニアリングを行う場合に、従来はネットワーク全体でトラヒックエンジニアリングを行っていたため、O S P F (Open Shortest Path First)などに代表されるルーティングプロトコルで一括して取り扱う情報量が増え、また、トラヒックエンジニアリングの計算量も莫大になるため、大規模ネットワークへの拡張の実現が難しい。

【0 0 0 6】

この問題をさらに具体的に説明する。複数のレイヤのネットワークで構成されたネットワークの例を図 3 9 に示す。ここでは、I P レイヤと S D H レイヤと波長レイヤから構成されているものとする。このネットワークで各ノードが、I P アドレスやリンクの最大帯域、使用帯域などの情報からなるリンクステートを広告する。

【0 0 0 7】

パスを設定するノードは、このリンクステートを元にして、I P パスを設定するために新しく S D H パスや波長パスを設定するかどうか、S D H パス、波長パスを新設する場合には、どの経路にパスを設定する方が最もコストが小さくなるかといった計算を行い、パスの設定を行う。また、ある I P パスの経路をリアル

ンジする際に、同時に下位レイヤの波長パスの経路の変更の必要性なども計算する。このようなネットワークでは、ネットワーク規模が大きくなるにつれてリンクステートの広告量や、経路計算の計算量などの処理負荷が増加していくため、ある一定規模でスケーラビリティを維持できなくなる。これは、一括で扱うレイヤ数が増えることについても同様のことがいえる。

【0008】

本発明は、このような背景に行われたものであって、マルチレイヤネットワークのような複雑な処理を必要とするネットワークであっても大規模ネットワークへの拡張を実現することができ、さらに、経路計算を必要とする範囲を特定してから計算を行うことができるため、無効となる計算を無くすことができ、経路計算を効率良く行うことができるノードおよび階層化ネットワークおよびネットワーク制御装置および階層化ネットワークの構成方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ネットワーク全体を一括して扱うとリンクステートの広告量や、経路計算の計算量などの処理負荷が膨大になるネットワークに対し、以下で説明する仮想ノードという概念を導入し、さらに、この仮想ノードを階層化し、各仮想ノードで処理を分散して行うことにより、ネットワーク全体の処理負荷を分散処理させることができることを特徴とする。

【0010】

これにより、ネットワーク全体の処理負荷が膨大となるネットワークであっても大規模化を実現することができる。また、経路計算を必要とする範囲を特定してから計算を行うことができるため、無効となる計算を無くすことができ、経路計算を効率良く行うことができる。

【0011】

すなわち、本発明の第一の観点は、ネットワークを構成するノードが1つまたは複数のノードにより構成されるセルに分割され、このセルはレベル1の仮想ノードと定義され、このレベル1の仮想ノードはレベル1の仮想ネットワークを構

成し、当該レベル 1 の仮想ネットワークを構成するレベル 1 の仮想ノードが、さらに、1 つまたは複数の仮想ノードにより構成されるセルに分割されてレベル 2 の仮想ノード化され、このようなセル分割および仮想ノード化の操作を 1 回もしくは複数 N 回行うことにより構築された 1 ~ N レベルの仮想ネットワークにより階層化ネットワークが構成され、当該階層化ネットワークでは、同レベルまたは異レベルの異なる仮想ノード間を接続しているリンクが存在する場合に、このリンク上の仮想ノードの内部と外部との接点に相当するノードはインタフェースと定義され、当該インタフェースに係わる最も上位の仮想ノードがレベル M ($\leq N$) であるときには、当該インタフェースは、レベル 1 ~ M までの複数階層のインタフェースを兼ねると定義された階層化ネットワークにおけるレベル 1 の仮想ノードを構成するノードであって、前記インタフェースに相当しないノードである。

【0012】

なお、このような階層化ネットワークを自動的に構成する技術については、特願 2002-293679 号（本願出願時に未公開）により既に提案した。

【0013】

ここで、本発明の特徴とするところは、自仮想ノード内の他ノードに対して自己に接続されたリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する手段と、自仮想ノード内の他ノードからの自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段と、前記インタフェースに相当するノードからの自仮想ノードのインタフェースに相当するノードとレベル 2 以上の仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段とを備えたところにある。

【0014】

これにより、各ノードは、自仮想ノード内のリンク情報およびリンクコスト情報と他仮想ノードのボーダノード間のリンク情報およびリンクコスト情報を保持することができるため、これらの情報に基づき経路計算を行うことができる。

【0015】

自己のIPアドレスを自仮想ノードのインタフェースに相当するノードに伝達する手段と、当該インタフェースに相当するノードから伝達された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードのIPアドレスおよび当該IPアドレスが属する仮想ノードの情報である外部IPアドレス群情報を保持する手段とを備えることが望ましい。これにより、各ノードは、自己が宛先とするノードの所在を知ることができる。

【0016】

自己のIPアドレスを自仮想ノードのインタフェースに相当するノードに伝達する手段と、自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードのIPアドレスおよび当該IPアドレスが属する仮想ノードの情報である外部IPアドレス群情報を前記インタフェースに相当するノードに要求して取得する手段とを備えることもできる。

【0017】

これにより、各ノードは、IPアドレス群情報を保持することなく、必要に応じてインタフェースに相当するノードからIPアドレス群情報の提供を受けることができる。したがって、ノードのデータ量を低減させることができる。

【0018】

自己のIPアドレスと自己と自仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンクコスト情報とを当該インタフェースに相当するノードに伝達する手段と、当該インタフェースに相当するノードから伝達された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードのIPアドレスおよび当該IPアドレスが属する仮想ノードの情報である外部IPアドレス群情報と前記インタフェースに相当するノードから当該他ノードまでのリンクコスト情報を当該他ノードのIPアドレスに対応して保持する手段とを備えることもできる。これにより、各ノードは、宛先となるノードの所在と当該ノードまでのリンクコストを知ることができる。

【0019】

自己のIPアドレスと自己と自仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンクコスト情報とを当該インタフェースに相当するノードに伝達する手段と、自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードのIPアドレスおよび

当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報と前記インタフェースに相当するノードから当該他ノードまでのリンクコスト情報を当該他ノードの IP アドレスを指定して前記インタフェースに相当するノードに要求して取得する手段とを備えることもできる。

【0020】

これにより、各ノードは、IP アドレス群情報およびリンクコスト情報を保持することなく、必要に応じてインタフェースに相当するノードから IP アドレス群情報およびリンクコスト情報の提供を受けることができる。したがって、ノードのデータ量を低減させることができる。

【0021】

自仮想ノードの前記インタフェースに相当するノードに対してリーチャビリティ確認用のパケットを送出する手段を備えることが望ましい。これにより、インタフェースに相当するノードは、他ノードに関するリーチャビリティの情報を得ることができる。

【0022】

自仮想ノードの複数の前記インタフェースに相当するノードに対するリンクコストをそれぞれ計算する手段を備え、前記送出手段は、この計算する手段の計算結果にしたがって最もリンクコストの小さい前記インタフェースに相当するノードに対してリーチャビリティ確認用のパケットを送出する手段を備えることもできる。これにより、インタフェースに相当するノードは、最もリンクコストの小さい他ノードに関するリーチャビリティの情報を得ることができる。

【0023】

自仮想ノードの複数の前記インタフェースに相当するノードに対するリンクコストをそれぞれ計算する手段を備え、前記送出手段は、この計算する手段の計算結果にしたがってリンクコストが小さい順に n (n は自然数) 番目までのインタフェースに相当するノードに対してリーチャビリティ確認用のパケットを送出する手段を備えることもできる。これにより、インタフェースに相当するノードは、リンクコストが n 番目まで小さい他ノードに関するリーチャビリティの情報を得ることができる。

【0024】

自仮想ノードの複数の前記インタフェースに相当するノードに対するリンクコストをそれぞれ計算する手段を備え、前記送出する手段は、この計算する手段の計算結果にしたがってリンクコストが小さい順に n (n は自然数) 番目までのインタフェースに相当するノードに対して当該順番情報を含むリーチャビリティ確認用のパケットを送出する手段を備えることもできる。

【0025】

これにより、インタフェースに相当するノードは、リンクコストが n 番目まで小さな他ノードに関するリーチャビリティおよびリンクコストの目安となる情報を得ることができる。当該目安となる情報は、そのままのリンクコスト情報と比較してきわめて小さいデータ量により実現できる。

【0026】

あるいは、自仮想ノード内の他ノードに対して自己に接続されたリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する手段と、自仮想ノード内の他ノードからの自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段とを備えることもできる。

【0027】

これによれば、ノードが保持する情報は、自仮想ノード内の情報に限定される。したがって、ノードのデータ量を低減させることができる。しかし、自仮想ノード内の情報のみでは、他仮想ノードに及ぶ経路計算は不可能である。

【0028】

そこで、経路計算に先立って、自仮想ノードのインタフェースに相当するノードとレベル 2 以上の仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を当該インタフェースに相当するノードに要求して取得する手段を備えることが望ましい。

【0029】

これによれば、経路計算の必要に応じてインタフェースに相当するノードから情報を取得することができるので、ノードは、必要最小のデータ量を保持することができる。

【0030】

本発明の第二の観点は、前記インタフェースに相当するノードであって、本発明の特徴とするところは、自仮想ノード内の他ノードに対して自己に接続された自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報および自己に接続された他仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する手段と、自仮想ノード内の他ノードからの自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段と、他仮想ノードの前記インタフェースに相当するノードからの上位レベルの前記インタフェースに相当するノード間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段とを備えたところにある。

【0031】

このように、インタフェースに相当するノードが自仮想ノード内の他ノードに対して広告を行うことにより、ノードは、リンク情報およびリンクコスト情報を得ることができる。

【0032】

自仮想ノード内の他ノードから IP アドレス情報を収集して保持する手段と、この収集して保持する手段により収集した IP アドレス情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段と、他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報を保持して自仮想ノード内の他ノードに伝達する手段とを備えることが望ましい。

【0033】

このように、インタフェースに相当するノードが自仮想ノード内の他ノードに対して広告を行うことにより、ノードは、リーチャビリティの情報を得ることができる。

【0034】

自仮想ノード内の他ノードから IP アドレス情報を収集して保持する手段と、

この収集して保持する手段により収集した IP アドレス情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段と、他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報を保持する手段と、他ノードからの要求に応じて当該保持する手段に保持された外部 IP アドレス群情報を当該他ノードに提供する手段とを備えることもできる。

【0035】

このように、インタフェースに相当するノードが他ノードからの要求に応じて外部アドレス群情報を提供することにより、当該他ノードは、必要に応じて外部アドレス群情報を取得することができるため、当該他ノードは、必要最小の情報を保持すればよい。

【0036】

自仮想ノード内の他ノードから IP アドレス情報と当該他ノードと自己との間のリンクコスト情報とを収集して保持する手段と、この収集して保持する手段により収集した IP アドレス情報およびリンクコスト情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段と、他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報と当該他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから当該他ノードまでのリンクコスト情報とを当該他ノードの IP アドレスに対応して保持して自仮想ノード内の他ノードに伝達する手段とを備えることもできる。

【0037】

このように、インタフェースに相当するノードが外部アドレス群情報とリンクコスト情報とを自仮想ノード内の他ノードに伝達することにより、ノードは、外部アドレス群情報およびリンクコスト情報を得ることができる。

【0038】

自仮想ノード内の他ノードから IP アドレス情報と当該他ノードと自己との間のリンクコスト情報とを収集して保持する手段と、この収集して保持する手段に

より収集した IP アドレス情報およびリンクコスト情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段と、他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報と当該他仮想ノードのインタフェースに相当するノードから当該他ノードまでのリンクコスト情報とを当該他ノードの IP アドレスに対応して保持する手段と、他ノードからの要求に応じて当該保持する手段に保持された外部 IP アドレス群情報およびリンクコスト情報を当該他ノードに提供する手段とを備えることもできる。

【0039】

このように、インタフェースに相当するノードが外部アドレス群情報とリンクコスト情報とを他ノードからの要求に応じて提供することにより、当該他ノードは、必要に応じて外部アドレス群情報とリンクコスト情報とを取得でき、当該他ノードは、必要最小のデータ量を保持すればよい。

【0040】

自仮想ノード内の他ノードからリーチャビリティ確認用のパケットを受信する手段と、当該受信する手段により受信されたパケットの IP アドレスを集約して自仮想ノード内のノードに関する内部 IP アドレス群情報を生成する手段と、自仮想ノード内のインタフェースに相当する他ノードとの間で当該生成する手段により生成された内部 IP アドレス群情報を交換しあいその過不足を補正して自仮想ノードにおける統一された内部 IP アドレス群情報として同期させる手段と、当該同期させる手段により統一された内部 IP アドレス群情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段とを備えることもできる。

【0041】

これによれば、同一の内部 IP アドレス群情報を複数のインタフェースに相当するノードが他仮想ノードに広告するので、情報の信頼性を向上させることができる。

【0042】

また、前記広告する手段は、自仮想ノード内のインタフェースに相当する他ノ

ードから同じ他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに対する広告経路の有無を判定する手段と、この判定する手段の判定結果が“有”であるときには、前記他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに対して自己または前記他ノードのいずれか一方の広告経路により広告を行う手段とを備えることもできる。これによれば、余分な広告を行うことなく、リソースを有効利用することができる。

【0043】

自仮想ノード内の他ノードからリーチャビリティ確認用のパケットを受信する手段と、当該受信する手段により受信されたパケットのIPアドレスを集約して自仮想ノード内のノードに関する内部IPアドレス群情報を生成する手段と、当該生成する手段により生成された内部IPアドレス群情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段とを備えることもできる。

【0044】

これによれば、同一仮想ノード内のインタフェースに相当する異なるノード間の内部IPアドレス群情報が異なる場合には、それを許容することにより、同一仮想ノードであってもインタフェースに相当する異なるノードによって、リーチャビリティが異なることを広告により知ることができるため、経路計算上有用な情報を得ることができる。

【0045】

自仮想ノード内の他ノードから自己が当該他ノードにとってn番目にリンクコストが小さい旨の情報を含むリーチャビリティ確認用のパケットを受信する手段と、当該受信する手段により受信されたパケットのIPアドレスを当該nの値毎に集約して自仮想ノード内のノードに関する内部IPアドレス群情報を生成する手段と、当該生成する手段により生成された内部IPアドレス群情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するノードに広告する手段とを備えることもできる。

【0046】

これによれば、リーチャビリティ情報をリンクコストのクラスによって分類することができ、大まかではあるが経路計算上有用な情報を得ることができる。ま

た、大まかであることからデータ量を少なくできる利点がある。

【0047】

あるいは、自己と同レベルのインタフェースに相当するノードに対して自己に接続された自己と同レベルのリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する手段と、自己と同レベルのインタフェースに相当するノードからの自己と同レベルのインタフェースに相当するノード間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する手段とを備えることもできる。

【0048】

これによれば、自己と同レベルのインタフェースに相当するノード間でしか広告を行わず、また、保持する情報も自己と同レベルのインタフェースに相当するノード間の情報のみである。これにより、インタフェースに相当するノードの広告量およびデータ保持量を削減できる。しかし、自己と同レベルのインタフェースに相当するノード間の情報しか知らないのでは、上位レベルに及ぶ経路計算が不可能である。

【0049】

そこで、経路計算に先立って、自己よりも上位レベルのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を当該インタフェースに相当するノードに要求して取得する手段を備えることが望ましい。

【0050】

以上説明したようなノードを備えた階層化ネットワークであるが、このような階層化ネットワークにおけるノードの経路探索では、例えば、経路設定における発ノードは、外部IPアドレス群情報に基づき経路設定における着ノードのIPアドレスから当該着ノードが属する仮想ノードを特定する手段と、自仮想ノードのインタフェースに相当するノードとレベル2以上の仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき前記特定する手段により特定された前記着ノードが属する仮想ノードのインタフェースに相当するノードまでの経路を探索する手段とを備える。

【0051】

これにより、発ノードは、とりあえず、着ノードが属する仮想ノードのインタフェースに相当するノードまでの経路探索を行うことができる。この場合には、当該インタフェースに相当するノードから着ノードまでの経路については、当該インタフェースに相当するノードに一任することにすればよい。

【0052】

あるいは、前記着ノードが属する仮想ノードのインタフェースに相当するノードに対して当該仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を要求して取得する手段と、当該要求して取得する手段により取得した前記リンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき前記着ノードが属する仮想ノードのインタフェースに相当するノードまでの経路を探索する手段により探索された経路に加えて当該インタフェースに相当するノードから前記着ノードまでの経路を探索する手段を備えることもできる。

【0053】

これによれば、着ノードが属する仮想ノード内の経路についても発ノード側で探索することができるため、全ての経路を発ノードが希望する経路とすることができる。

【0054】

あるいは、自己から前記着ノードまでの経路に含まれる仮想ノードのインタフェースに相当するノードに対して当該仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を要求して取得する手段と、当該要求して取得する手段により取得した前記リンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき自己から前記着ノードまでの経路に含まれる仮想ノード内の経路を探索する手段を備えることもできる。

【0055】

これによれば、発ノードから着ノードまでの全ての経路を発ノードが詳細に探索ことができ、細かい経路の設定を発ノードにおいて行うことができる。

【0056】

あるいは、経路設定における発ノードは、外部IPアドレス群情報に基づき経路設定における着ノードのIPアドレスから当該着ノードが属する仮想ノードを

特定する手段と、自仮想ノードのインタフェースに相当するノードとレベル 2 以上の仮想ノードのインタフェースに相当するノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき自己からインタフェースに相当するノードまでの経路計算が可能な最上位レベルの仮想ノードがいずれのレベルであることを示す情報および自己から当該インタフェースに相当するノードまでのリンクコストが小さい順に上位 n 番目までの経路を探索した結果を経路設定における着ノードに通知する手段を備え、前記着ノードは、通知された前記情報に基づき前記発ノードからインタフェースに相当するノードまでの経路計算が可能な前記最上位レベルの仮想ノードのインタフェースに相当するノードまでの自己からの経路を探索するとともに当該探索結果に前記上位 n 番目までの経路を探索した結果を組み合わせて最もリンクコストの小さくなる経路を最終的に探索された経路として前記発ノードに通知する手段を備えることもできる。

【0057】

これによれば、発ノードよりも着ノードが経路計算の主体となる。例えば、一つの発ノードから多数の着ノードまでの経路を計算する必要がある場合に、発ノードがこれら多数の経路計算を一括して行うのでは、発ノードの処理負荷が膨大になってしまうといったケースに当該方式を適用すれば、多数の着ノードに処理負荷を分散して発ノードの処理負荷を軽減させることができる。

【0058】

また、前記保持する手段に保持されたリンク情報を参照して自仮想ノードと他仮想ノードとを接続するリンクが自己に接続されているか否かを判定する手段と、この判定する手段の判定結果により自仮想ノードと他仮想ノードとを接続するリンクが自己に接続されているときには自己が当該リンクに設定されたパスのレイヤにおける終端点に相当するか否かを判定する手段と、この判定する手段の判定結果により自己が前記終端点に相当するときには自己が前記インタフェースに相当するノードであると認識して前記インタフェースに相当する機能を発動する手段とを備えることが望ましい。

【0059】

すなわち、本発明を適用するネットワークは、マルチレイヤネットワークであ

る。マルチレイヤネットワークでは、例えば、L a m b d a レイヤにおける波長パス、S D H レイヤにおける S D H パス、I P レイヤにおける V P (Virtual Path) といった複数のレイヤのパスが混在している。また、各ノードは、波長スイッチング機能を持つもの、あるいは、パケットスイッチング機能をもつもの、あるいは、その両方をもつもの、といった各種機能を持つノードが混在する。このようなマルチレイヤネットワークに本発明の階層化ネットワークを適用すれば、仮想ノード間を接続するパスも波長パス、S D H パス、V P が混在する。

【0060】

このような環境における仮想ノードでは、仮想ノード間のパスを終端する機能を有するノードが当該パスのレイヤにおいて当該パスを終端した場合に当該ノードがインタフェースに相当するノードとして設定される。したがって、そのパスが波長パスであれば、波長スイッチング機能を有する光クロスコネクト装置等がインタフェースに相当するノードとなり得る。また、そのパスがV P であればパケットスイッチング機能を有するルータ等がインタフェースに相当するノードとなり得る。

【0061】

また、自己に係わるリソース使用状況を監視する手段と、この監視する手段の監視結果に基づき自仮想ノード内の他ノードに対するデータ転送に用いるリソースに空きがなくなり自己が前記インタフェースに相当する場合には自己に接続されたレベル1の他仮想ノードに属するノードとしての機能を発動すると共に自己が属する仮想ノード情報を当該所属する仮想ノードの変更に伴い更新する手段と、この更新する手段の更新内容を広告する手段と、他ノードから当該広告を受け取ったときには自己が属する仮想ノード情報を当該広告に基づき更新する手段とを備えることが望ましい。

【0062】

すなわち、仮想ノードを生成するときに、はじめからリンクが存在しないノード間を異なる仮想ノードに分割することは必然的なことである。本発明では、これに加えて、ノード間にリンクは存在するもののリソースの空きがなくなり、リーチャビリティがなくなった場合も仮想ノードに分割する対象とする。これによ

り、リアルタイムでリーチャビリティの有無を反映した階層化ネットワークを構成することができるため、経路計算およびパケット転送の効率および精度を高めることができる。

【0063】

また、自己に係わるリンクコストを監視する手段と、この監視する手段の監視結果に基づき自仮想ノード内の他ノードに対するデータ転送に用いるリンクコストが閾値を超え自己が前記インタフェースに相当する場合には自己に接続されたレベル1の他仮想ノードに属するノードとしての機能を発動すると共に自己が属する仮想ノード情報を当該所属する仮想ノードの変更に伴い更新する手段と、この更新する手段の更新内容を広告する手段と、他ノードから当該広告を受け取ったときには自己が属する仮想ノード情報を当該広告に基づき更新する手段とを備えることが望ましい。

【0064】

すなわち、仮想ノードを生成するときに、はじめからリンクが存在しないノード間を異なる仮想ノードに分割することは必然的なことである。本発明では、これに加えて、ノード間にリンクは存在するものの当該リンクのリンクコストが閾値を超えた場合も仮想ノードに分割する対象とする。これにより、仮想ノードを経由するリンクコストを一定値以下に保つことができるため、例えば、リンクコストは既知としてリンクコスト情報の広告を必要としない階層化ネットワークを実現することができる。

【0065】

本発明の第三の観点は、本発明のノードにより構成されたことを特徴とする階層化ネットワークである。

【0066】

本発明の第四の観点は、本発明の階層化ネットワークの構成方法であって、本発明の特徴とするところは、自仮想ノードと他仮想ノードとの間のリンクに設定されたパスのレイヤに応じて当該レイヤのパスを終端する機能を備えたノードが当該レイヤのパスを終端した場合に当該ノードを前記インタフェースに相当するノードとして設定するところにある。

【 0 0 6 7 】

あるいは、本発明の階層化ネットワークの構成方法は、ノード間に設定されたリンクを用いたデータ転送に用いるリソースに空きがなくなったときには、当該ノード間を異なる仮想ノードに分割することを特徴とする。

【 0 0 6 8 】

あるいは、本発明の階層化ネットワークの構成方法は、ノード間に設定されたリンクを用いたデータ転送に用いるリンクコストが閾値を超えたときには、当該ノード間を異なる仮想ノードに分割することを特徴とする。

【 0 0 6 9 】

本発明の第五の観点は、本発明の階層化ネットワークを構成するノードを一括制御するネットワーク制御装置であって、本発明の特徴とするところは、自仮想ノードと他仮想ノードとの間のリンクに設定されたパスのレイヤに応じて当該レイヤのパスを終端する機能を備えたノードが当該レイヤのパスを終端した場合に当該ノードを前記インタフェースに相当するノードとして設定する手段を備えたところにある。

【 0 0 7 0 】

あるいは、本発明のネットワーク制御装置は、ノード間に設定されたリンクを用いたデータ転送に用いるリソースに空きがなくなったときには、当該ノード間を異なる仮想ノードに分割する手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 7 1 】

あるいは、本発明のネットワーク制御装置は、ノード間に設定されたリンクを用いたデータ転送に用いるリンクコストが閾値を超えたときには、当該ノード間を異なる仮想ノードに分割する手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 7 2 】**【発明の実施の形態】**

本発明実施例の階層化ネットワークを図 1 および図 2 を参照して説明する。図 1 はネットワークをセル分割・仮想ノード化・階層化する様子を示す図である。図 2 は階層化ネットワークのトポロジを示す図である。

【 0 0 7 3 】

本実施例の階層化ネットワークは、図1のLevel 1に示すように、ネットワークを構成するノードが1つまたは複数のノードにより構成されるセル（破線で囲んだ部分）に分割され、このセルはレベル1の仮想ノードと定義され、このレベル1の仮想ノードはレベル1の仮想ネットワークを構成し、当該レベル1の仮想ネットワークを構成するレベル1の仮想ノードが、図1のLevel 2に示すように、さらに、1つまたは複数の仮想ノードにより構成されるセルに分割されてレベル2の仮想ノード化され、このようなセル分割および仮想ノード化の操作を1回もしくは複数N回行うことにより構築された1～Nレベルの仮想ネットワークにより、図1に示すような階層化ネットワークが構成され、当該階層化ネットワークでは、同レベルまたは異レベルの異なる仮想ノード間を接続しているリンクが存在する場合に、このリンク上の仮想ノードの内部と外部との接点に相当するノードはインタフェースと定義され、当該インタフェースに係わる最も上位の仮想ノードがレベルM（ $\leq N$ ）であるときには、当該インタフェースは、レベル1～Mまでの複数階層のインタフェースを兼ねると定義された階層化ネットワークである。図1の例では、Level 3まで階層化されている。

【0074】

本実施例の階層化ネットワークを構成するノードは、大きく分けて、前記インタフェースに相当するノードと、前記インタフェースに相当しないノードとに分けられる。そこで、本実施例では、前記インタフェースに相当するノードをボーダノードと呼び、前記インタフェースに相当しないノードを非ボーダノードと呼ぶことにする。実際には、ボーダノードは、非ボーダノードの機能も兼ね備えているが、説明をわかりやすくするために、以下におけるボーダノードの説明では、非ボーダノードと異なる機能に着目して説明を行うこととする。

【0075】

このような階層化ネットワークのトポロジを図2に示す。図2の白丸はレベル1の非ボーダノードである。図2のハッチングのある丸はレベル1のボーダノードであり、これはインタフェースに相当する。なお、当該インタフェースは、レベル1のボーダノードであるがレベル2にも属する。また、黒丸はレベル1のボーダノードであり、これもインタフェースに相当する。なお、当該インタフェー

スは、レベル 1 のボードノードであるがレベル 2 にもレベル 3 にも属する。また、細い実線の円はレベル 2 の仮想ノードである。また、太い実線の円はレベル 3 の仮想ノードである。また、細い実線の直線はレベル 1 のリンクである。また、細い破線の直線はレベル 2 のリンクである。また、太い破線の直線はレベル 3 のリンクである。

【0076】

(第一実施例)

第一実施例は、非ボードノード（白丸）に関する実施例である。非ボードノードの構成を図 3 に示す。第一実施例の非ボードノードは、自仮想ノード内の他ノードに対して自己に接続されたリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する広告部 1 と、自仮想ノード内の他ノードからの自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する自仮想ノード内情報保持部 2 と、インタフェースに相当するボードノードからの自仮想ノードのインタフェースに相当するボードノードと自仮想ノードよりも上位レベルの仮想ノードのインタフェースに相当するボードノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する他仮想ノード内情報保持部 3 とを備えたことを特徴とする。

【0077】

なお、ボードノードは、インタフェースとしての機能と、非ボードノードと同様の機能との双方を併せ持つノードであるので、広告も当該二者の双方の広告を行う。

【0078】

さらに、自己の IP アドレスを自仮想ノードのインタフェースに相当するボードノードに伝達する IP アドレス伝達部 4 を備え、他仮想ノード内情報保持部 3 は、当該インタフェースに相当するボードノードから伝達された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報を保持する。

【0079】

次に、第一実施例のボードノードについて図 4 を参照して説明する。図 4 は第

一実施例のボーダノードのブロック構成図である。第一実施例のボーダノードは、自仮想ノード内の他ノードに対して自己に接続された自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報および自己に接続された他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する内部広告部 11 と、自仮想ノード内の他ノードからの自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する自仮想ノード内情報保持部 2 と、他仮想ノードの前記インタフェースに相当するボーダノードからの上位レベルのリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する他仮想ノード内情報保持部 12 とを備える。

【0080】

さらに、自仮想ノード内の他ノードから IP アドレス情報を収集して保持する IP アドレス情報収集部 14 と、この IP アドレス情報収集部 14 により収集した IP アドレス情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードに広告する外部広告部 15 と、他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報を保持して自仮想ノード内の他ノードに伝達する他仮想ノード内 IP アドレス群情報保持部 16 とを備える。

【0081】

次に、非ボーダノードにおける自己が保持した情報を用いた経路探索の実施例を図 5 を参照して説明する。図 5 は第一実施例の経路探索方法を説明するための図である。図 5 に示す経路設定における発ノードは、図 3 に示すように、外部 IP アドレス群情報に基づき経路設定における着ノードの IP アドレスから当該着ノードが属する仮想ノードを特定する着ノード位置探索部 5 と、自仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードと自仮想ノードよりも上位レベルの仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき着ノード位置探索部 5 により特定された前記着ノードが属する仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードまでの経

路を探索する経路探索部 6 とを備える。

【0082】

すなわち、他仮想ノード内情報保持部 3 に保持された外部 IP アドレス群情報に基づき、着ノード位置探索部 5 は、着ノードの属する仮想ノードを探索する。経路探索部 6 は、他仮想ノード内情報保持部 3 に保持してあるリンク情報およびリンクコスト情報に基づき、当該仮想ノードのボーダノードまでの経路を探索する。

【0083】

第一実施例では、着ノードが属する仮想ノード内の詳細な経路までは発ノードが探索することはできないが、着ノードが属する仮想ノードのボーダノードまでの経路が探索できれば、当該ボーダノードから着ノードまでの経路探索は、当該ボーダノードに一任することにしても実用上問題となる弊害は生じない。

【0084】

(第二実施例)

第二実施例の非ボーダノードを図 6 を参照して説明する。図 6 は第二実施例の非ボーダノードのブロック構成図である。第二実施例の非ボーダノードは、図 3 に示した第一実施例の非ボーダノードの構成と基本的には同一である。異なるところは、外部 IP アドレス群情報取得部 7 が追加され、他仮想ノード内情報保持部 3 は、外部 IP アドレス群情報を保持しないところである。

【0085】

外部 IP アドレス群情報取得部 7 は、自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報を前記インタフェースに相当するボーダノードに要求して取得する。

【0086】

次に、第二実施例のボーダノードを図 7 を参照して説明する。図 7 は第二実施例のボーダノードの要部ブロック構成図である。第二実施例のボーダノードの他仮想ノード内 IP アドレス群情報保持部 17 は、他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する

他ノードのIPアドレスおよび当該IPアドレスが属する仮想ノードの情報である外部IPアドレス群情報を保持し、他ノードからの要求に応じて当該保持された外部IPアドレス群情報を当該他ノードに提供する。他は図4に示した第一実施例のボーダノードと同様である。なお、内部広告部11の広告内容は、第二実施例では、外部IPアドレス群情報は必要ない。

【0087】

第二実施例は、着ノードが頻繁に移動するネットワーク環境に用いる場合に適する。すなわち、第一実施例では、着ノードが移動する毎にボーダノードが発ノードに対して更新情報の伝達を行う必要が生じるが、第二実施例では、発ノードが経路探索を行うときだけ、発ノードからボーダノードに情報提供を要求するので、ボーダノードは、着ノードが移動する度に発ノードに更新情報の伝達を行う必要がなく、第一実施例と比較して処理量を削減することができる。

【0088】

(第三実施例)

第三実施例の非ボーダノードを図8を参照して説明する。図8は第三実施例の非ボーダノードのブロック構成図である。第三実施例の非ボーダノードは、自己のIPアドレスと自己と自仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードとの間のリンクコスト情報とを当該インタフェースに相当するボーダノードに伝達するIPアドレス・リンクコスト伝達部8と、当該インタフェースに相当するボーダノードから伝達された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードのIPアドレスおよび当該IPアドレスが属する仮想ノードの情報である外部IPアドレス群情報と前記インタフェースに相当するボーダノードから当該他ノードまでのリンクコスト情報を当該他ノードのIPアドレスに対応して保持する外部IPアドレス群・リンクコスト情報保持部9とを備える。

【0089】

第三実施例の非ボーダノードでは、IPアドレス・リンクコスト伝達部8により、ボーダノードに対し、自己のIPアドレスとともに当該ボーダノードまでのリンクコスト情報を伝達する。

【0090】

ボーダノードからは、他仮想ノード内のリンク情報および外部 IP アドレス群・リンクコスト情報が伝達され、それぞれ他仮想ノード内情報保持部 3 および外部 IP アドレス群・リンクコスト情報保持部 9 に保持される。

【0091】

外部 IP アドレス群・リンクコスト情報保持部 9 に保持された外部 IP アドレス群情報に基づき、着ノード位置探索部 5 は、着ノードの属する仮想ノードを探索する。経路探索部 6 は、他仮想ノード内情報保持部 3 に保持してあるリンク情報および外部 IP アドレス群・リンクコスト情報保持部 9 に保持してあるリンクコスト情報に基づき、当該仮想ノードのボーダノードまでの経路を探索する。

【0092】

次に、第三実施例のボーダノードを図 9 を参照して説明する。図 9 は第三実施例のボーダノードの要部ブロック構成図である。第三実施例のボーダノードは、図 9 に示すように、自仮想ノード内の他ノードから IP アドレス情報と当該他ノードと自己との間のリンクコスト情報とを収集して保持する IP アドレス・リンクコスト情報収集部 18 と、この IP アドレス・リンクコスト情報収集部 18 により収集した IP アドレス情報およびリンクコスト情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードに広告する外部広告部 19 と、他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードの IP アドレスおよび当該 IP アドレスが属する仮想ノードの情報である外部 IP アドレス群情報と当該他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードから当該他ノードまでのリンクコスト情報とを当該他ノードの IP アドレスに対応して保持して自仮想ノード内の他ノードに伝達する外部 IP アドレス群・リンクコスト情報収集部 20 および内部広告部 21 とを備える。

【0093】

第三実施例では、着ノードが属する仮想ノード内の詳細な経路までは発ノードが探索することはできないが、着ノードが属する仮想ノードのボーダノードまでの経路が探索できる上に、当該ボーダノードから着ノードまでのリンクコストがわかるので、発ノードは着ノードまでの最もリンクコストの小さい経路を探索す

ることができる。

【0094】

(第四実施例)

第四実施例の非ボーダノードを図10を参照して説明する。図10は第四実施例の非ボーダノードのブロック構成図である。第四実施例の非ボーダノードは、第三実施例と比較して外部IPアドレス群・リンクコスト情報を保持せず、経路計算を行うときに、外部IPアドレス群・リンクコスト情報取得部10がボーダノードに要求して取得するところが異なる。

【0095】

次に、第四実施例のボーダノードを図11を参照して説明する。図11は第四実施例のボーダノードの要部ブロック構成図である。第四実施例のボーダノードは、図9に示す第三実施例のボーダノードと比較して、外部IPアドレス群・リンクコスト情報収集部22は、他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードから広告された自仮想ノード以外の仮想ノードに属する他ノードのIPアドレスおよび当該IPアドレスが属する仮想ノードの情報である外部IPアドレス群情報と当該他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードから当該他ノードまでのリンクコスト情報とを当該他ノードのIPアドレスに対応して保持するとともに、他ノードからの要求に応じて当該保持された外部IPアドレス群情報およびリンクコスト情報を当該他ノードに提供するところが異なる。

【0096】

発ノードがボーダノードに対して情報提供を要求する際には、着ノードのIPアドレスを指定して行うことにより、当該着ノードが属する仮想ノードの情報および当該ボーダノードから当該着ノードまでのリンクコスト情報を取得することができるので、必要最小の情報を得ることができ、ボーダノードおよび発ノードとなる非ボーダノードの処理量を軽減することができる。

【0097】

第二実施例と同様に、第四実施例は、着ノードが頻繁に移動するネットワーク環境に用いる場合に適する。すなわち、第三実施例では、着ノードが移動する毎にボーダノードが発ノードに対して更新された情報の伝達を行う必要が生じるが

、第四実施例では、発ノードが経路探索を行うときだけ、発ノードからボータノードに情報提供を要求するので、ボータノードは、着ノードが移動する度に発ノードに対して更新情報の伝達を行う必要がなく、第三実施例と比較して処理量を削減することができる。

【0098】

(第五実施例)

第五実施例の非ボータノードを図12を参照して説明する。図12は第五実施例の非ボータノードの要部ブロック構成図である。第五実施例の非ボータノードは、図12に示すように、自仮想ノードのインタフェースに相当するボータノードに対してリーチャビリティ確認用のパケットを送出するリーチャビリティ広告部23を備える。すなわち、第一～第四実施例では、非ボータノードが特定のボータノードに対してリーチャビリティの伝達を行ってきたが、第五実施例では、非ボータノードが自仮想ノード内の不特定のボータノードに対してリーチャビリティの広告を行う。これにより、非ボータノードの処理としては、単に、リーチャビリティ広告パケットを送出するだけでよく、処理負荷を軽減させることができる。

【0099】

リーチャビリティ広告パケットには、広告用IPヘッダが付与され、不特定のボータノードに到達するように設定される。また、当該IPヘッダには送出元となる非ボータノードのIPアドレスが書込まれており、当該広告用IPパケット受け取ったボータノードでは、その送出元が特定できるので、IPアドレスに対応してリーチャビリティを確認することができる。

【0100】

次に、第五実施例のボータノードを図13を参照して説明する。図13は第五実施例のボータノードの要部ブロック構成図である。第五実施例のボータノードは、自仮想ノード内の他ノードからリーチャビリティ確認用のパケットを受信するリーチャビリティ広告用パケット受信部24と、当該受信されたパケットのIPアドレスを集約して自仮想ノード内のノードに関する内部IPアドレス群情報を生成する内部IPアドレス群情報生成部25と、自仮想ノード内の他ボータノ

ードとの間で当該生成された内部 IP アドレス群情報を交換しあいその過不足を補正して自仮想ノードにおける統一された内部 IP アドレス群情報として同期させる情報同期化部 26 と、当該情報同期化部 26 により統一された内部 IP アドレス群情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードに広告する外部広告部 27 とを備える。

【0101】

図 14 に第五実施例の動作の概念を示す。非ボーダノード（白丸）はリーチャビリティ広告用パケットを送出する。これを受け取ったボーダノード（ハッチング）は、ボーダノード間で内部 IP アドレス群情報の同期を取り（破線）、統一した内部 IP アドレス群情報を生成した後に、他仮想ノードのボーダノードに対して当該内部 IP アドレス群情報を広告する。

【0102】

また、図 15 に示すように、同一の他仮想ノード内のボーダノードに対して複数の自仮想ノード内のボーダノードからの広告が行われる場合には、広告内容が同一であることから、いずれか一方の自仮想ノード内のボーダノードが広告を行えばよく、これにより、不必要な広告を無くすることができる。これを実現するためには、図 16 に示すように、外部広告部 27 は、自仮想ノード内の他ボーダノードから同じ他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードに対する広告経路の有無を判定する広告実施ノード決定部 28 を備え、この判定結果が“有”であるときには、前記他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードに対して自己または前記他ボーダノードのいずれか一方の広告経路により広告を行う。

【0103】

（第六実施例）

第六実施例のボーダノードを図 17 を参照して説明する。図 17 は第六実施例のボーダノードの要部ブロック構成図である。自仮想ノード内の他ノードからリーチャビリティ確認用のパケットを受信するリーチャビリティ広告用パケット受信部 24 と、当該受信されたパケットの IP アドレスを集約して自仮想ノード内のノードに関する内部 IP アドレス群情報を生成する内部 IP アドレス群情報生

成部 25 と、当該生成された内部 IP アドレス群情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードに広告する外部広告部 27 と備える。

【0104】

これは第五実施例のボーダノードから情報同期化部 26 を除いた構成である。これにより、あえて同一仮想ノード内のボーダノード間で内部 IP アドレス群情報の不一致を許容する。すなわち、同一仮想ノード内のボーダノードであっても、ある非ボーダノードに対してリーチャビリティが異なる場合があるので、このような差異を広告することにより、経路計算上で通ってはならないボーダノードを識別することができるようになる。

【0105】

(第七実施例)

第七実施例の非ボーダノードを図 18 を参照して説明する。図 18 は第七実施例の非ボーダノードの要部ブロック構成図である。第七実施例の非ボーダノードは、自仮想ノードの複数の前記インタフェースに相当するボーダノードに対するリンクコストをそれぞれ計算するリンクコスト計算部 30 を備える。すなわち、自仮想ノード内情報保持部 3 に保持された情報に基づき、自仮想ノード内の各ボーダノードまでのリンクコストを計算する。

【0106】

IP アドレス伝達部 29 は、このリンクコスト計算部 30 の計算結果にしたがって最もリンクコストの小さい前記インタフェースに相当するボーダノードに対してリーチャビリティ確認用のパケットを送出することにより自己の IP アドレスを伝達する。

【0107】

これにより、ボーダノードは、最もリンクコストの小さい非ボーダノードの IP アドレスのみを把握することができ、集約して広告する情報量を削減することができる。

【0108】

(第八実施例)

第八実施例の非ボーダノードを図 18 を参照して説明する。図 18 は第八実施

例の非ボーダノードの要部ブロック構成図であり、第七実施例と共通である。第八実施例の非ボーダノードは、自仮想ノードの複数の前記インタフェースに相当するボーダノードに対するリンクコストをそれぞれ計算するリンクコスト計算部 30 を備える。すなわち、自仮想ノード内情報保持部 3 に保持された情報に基づき、自仮想ノード内の各ボーダノードまでのリンクコストを計算する。

【0109】

IP アドレス伝達部 29 は、このリンクコスト計算部 30 の計算結果にしたがってリンクコストが小さい順に n (n は自然数) 番目までのインタフェースに相当するボーダノードに対してリーチャビリティ確認用のパケットを送出することにより自己の IP アドレスを伝達する。

【0110】

これにより、ボーダノードは、リンクコストが小さい順に少数の IP アドレスのみを把握することができ、集約して広告する情報量を削減することができる。第七実施例と比較すると、集約して広告する情報量は多くなる場合があるが、 n の値を適宜変更することにより、あらゆる状況下で、ボーダノードが最も扱い易い情報量に調整することができる。

【0111】

(第九実施例)

第九実施例の非ボーダノードを図 18 を参照して説明する。図 18 は第九実施例の非ボーダノードの要部ブロック構成図であり、第七および第八実施例と共通である。第九実施例の非ボーダノードは、図 18 に示すように、自仮想ノードの複数の前記インタフェースに相当するボーダノードに対するリンクコストをそれぞれ計算するリンクコスト計算部 30 を備える。すなわち、自仮想ノード内情報保持部 2 に保持された情報に基づき、自仮想ノード内の各ボーダノードまでのリンクコストを計算する。

【0112】

IP アドレス伝達部 29 は、このリンクコスト計算部 30 の計算結果にしたがってリンクコストが小さい順に n (n は自然数) 番目までのインタフェースに相当するボーダノードに対して当該順番情報を含むリーチャビリティ確認用のパケ

ットを送出することにより自己の IP アドレスおよびリンクコストの概略情報を伝達する。

【0113】

これにより、ボーダノードは、リンクコストが小さい順に少数の IP アドレスのみを把握することができ、集約して広告する情報量を削減することができる。第八実施例と比較すると、リンクコストの順番情報によりリンクコストの概略情報を認識することができる。概略情報なので完全なリンクコスト情報を扱う場合と比較すると扱う情報量を軽減させることができる。

【0114】

なお、第九実施例におけるボーダノードは、図 19 に示すように、自仮想ノード内の他ノードから自己が当該他ノードにとって n 番目にリンクコストが小さい旨の情報を含むリーチャビリティ確認用のパケットを受信するリーチャビリティ確認用パケット受信部 32 と、当該リーチャビリティ確認用パケット受信部 32 により受信されたパケットの IP アドレスを当該 n の値毎に集約して自仮想ノード内のノードに関する内部 IP アドレス群情報を生成する内部 IP アドレス群情報生成部 33 と、当該内部 IP アドレス群情報生成部 33 により生成された内部 IP アドレス群情報を他仮想ノードのインタフェースに相当するボーダノードに広告する外部広告部 27 とを備える。

【0115】

(第十実施例)

第十実施例の非ボーダノードを図 20 および図 21 を参照して説明する。図 20 は第十実施例の非ボーダノードの要部ブロック構成図である。図 21 は第十実施例における非ボーダノードのレベル 1 のスコープの概念図である。第十実施例の非ボーダノードは、図 20 に示すように、自仮想ノード内の他ノードに対して自己に接続されたリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する広告部 1 と、自仮想ノード内の他ノードからの自仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する自仮想ノード内情報保持部 2 とを備える。

【0116】

すなわち、第十実施例では、図 21 に示すように、通常は、非ボードノード（白丸）は、自仮想ノード内の情報しか保持しない。これにより、扱うデータ量を削減することができる。

【0117】

しかし、これでは、他仮想ノードにある宛先に対する経路計算ができないので、経路計算に先立って、自仮想ノードのインタフェースに相当するボードノードと自仮想ノードよりも上位レベルの仮想ノードのインタフェースに相当するボードノードとの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を当該インタフェースに相当するボードノードに要求して取得する他仮想ノード内情報取得部 31 を備える。

【0118】

これにより、通常は、自仮想ノード内の情報のみを扱うことにより情報量を削減し、必要に応じて他仮想ノード内の情報を取得することにより、一定期間内における扱う情報量を削減することができる。

【0119】

（第十一実施例）

第十一実施例のボードノードを図 22 および図 23 を参照して説明する。図 22 は第十一実施例のボードノードの要部ブロック構成図である。図 23 は第十一実施例のボードノードのレベル 2 のスコープの概念図である。第十一実施例のボードノードは、図 22 に示すように、自己と同レベルのインタフェースに相当するボードノードに対して自己に接続された自己と同レベルのリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を広告する広告部 34 と、自己と同レベルのインタフェースに相当するボードノードからの自己と同レベルのインタフェースに相当するボードノード間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報の広告を受け取り当該情報を保持する同レベルボードノード情報保持部 35 とを備える。すなわち、第十一実施例では、図 23 に示すように、通常は、ボードノード（ハッチング）は、自己と同レベルのボードノード間の情報しか保持しない。これにより、扱うデータ量を削減することができる。

【0120】

しかし、これでは、自己よりも上位レベルの仮想ノードにある宛先に対する経路計算ができないので、経路計算に先立って、自己よりも上位レベルのインタフェースに相当するボータノードの間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を当該インタフェースに相当するボータノードに要求して取得する上位仮想ノード内情報取得部 36 を備える。

【0121】

これにより、通常は、自己と同レベルのボータノード間の情報のみを扱うことにより情報量を削減し、必要に応じて自己よりも上位レベルの仮想ノード内の情報を取得することにより、一定期間内における扱う情報量を削減することができる。

【0122】

なお、第十実施例の非ボータノードと第十一実施例のボータノードとの組合せにより、通常は、各レベルのノードが自己と同レベルのノード間の情報しか扱わず、必要に応じて、自己よりも上位レベルのノード間の情報を取得して利用する実施形態を実現することができる。

【0123】

(第十二実施例)

第十二実施例を図 24 および図 25 を参照して説明する。図 24 および図 25 は第十二実施例の経路探索方法を説明するための図である。第十二実施例の非ボータノードは、第十実施例で説明した図 20 に示す非ボータノードを用いる。すなわち、図 24 に示す着ノード # 8 が属する仮想ノードのインタフェースに相当するボータノード # 7 に対して当該仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を要求して取得する他仮想ノード内情報取得部 31 と、当該他仮想ノード内情報取得部 31 により取得した前記リンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき着ノード # 8 が属する仮想ノードのインタフェースに相当するボータノード # 7 までの既に探索された経路に加えて、図 25 に示すように、当該インタフェースに相当するボータノード # 7 から着ノード # 8 までの経路を探索する経路探索部 6 を備える。なお、発ノード # 1 からボータノード # 7 までの経路探索については、第一実施例で既に説明した。

【0124】

また、発ノード#1が、例えば、ボータノード#5、#6が属する仮想ノード内の詳細な経路探索を希望する場合には、他仮想ノード内情報取得部31は、ボータノード#5あるいは#6に対して当該仮想ノード内のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報を要求して取得し、当該取得した前記リンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき自己からボータノード#5、#6が属する仮想ノード内の経路を探索する。

【0125】

これにより、発ノード#1は、任意の仮想ノード内の情報を取得して詳細な経路探索を行うことができる。

【0126】

(第十三実施例)

第十三実施例の経路探索方法を図25ないし図27を参照して説明する。図25は第十三実施例の経路探索方法を説明するための図であり、第十二実施例と共通である。図26は、第十三実施例の非ボータノードの要部ブロック構成を示す図である。図27は第十三実施例の経路探索方法を説明するためのシーケンス図である。

【0127】

第十三実施例の経路探索方法では、経路設定における発ノード#1は、外部IPアドレス群情報に基づき経路設定における着ノード#8のIPアドレスから当該着ノード#8が属する仮想ノード#Bを特定する着ノード位置探索部5と、自仮想ノードのインタフェースに相当するボータノード#2と自仮想ノードよりも上位レベルの仮想ノードのインタフェースに相当するボータノード#4との間のリンク情報および当該リンクのリンクコスト情報に基づき自己からインタフェースに相当するボータノード#4までの経路計算が可能な最上位レベルの仮想ノード#Aがいずれのレベルであるかを示す情報および自己から当該インタフェースに相当するボータノード#4までのリンクコストが小さい順に上位n番目までの経路を探索した結果を経路設定における着ノード#8に通知する経路探索部37を備え、着ノード#8は、通知された前記情報に基づき発ノード#1からインタ

フェースに相当するボータノード# 4 までの経路計算が可能な前記最上位レベルの仮想ノード# A のインタフェースに相当するボータノード# 4 までの自己からの経路を探索するとともに当該探索結果に前記上位 n 番目までの経路を探索した結果を組み合わせて最もリンクコストの小さくなる経路を最終的に探索された経路として発ノード# 1 に通知する経路探索部 37 を備える。

【0128】

すなわち、図 27 に示すように、発ノード# 1 は、着ノード位置探索部 5 により着ノード# 8 の位置を特定し（ステップ 1）、経路探索部 37 により計算可能な最上位レベルの仮想ノード# 4、# 9 およびその経路を探索し（ステップ 2）、その探索結果を着ノード# 8 に通知する（ステップ 3）。着ノード# 8 では、経路探索部 37 により仮想ノード# 4、# 9 までの経路を探索し（ステップ 4）、発ノード# 1 から通知された発ノード# 1 から仮想ノード# 4、# 9 までの経路と足し合わせるにより、最小リンクコストとなる経路を選択し（ステップ 5）、この選択結果を発ノード# 1 に通知する（ステップ 6）。発ノード# 1 ではこの通知に基づき着ノード# 8 との間でパスを設定する（ステップ 7）。なお、パスの設定は、着ノード# 8 から行ってもよい（ステップ 8）。着ノード# 8 からパスの設定を行う場合には、ステップ 6 を省略することができる。

【0129】

第十三実施例の経路探索方法の利点は、例えば、一つの発ノードから多数の着ノードに一斉に多数のパスを設定する必要があり、発ノード側がパス設定に要する負荷を全部負担することが困難であるような場合に、着ノード側に経路探索に要する負荷を分担してもらうことにより、発ノード側の経路探索に要する負荷を軽減させることができるところにある。

【0130】

（第十四実施例）

第十四実施例では、ボータノードの設定について図 28 ないし図 30 を参照して説明する。図 28 および図 29 はボータノードの定義を説明するための図である。図 30 は第十四実施例のノードの要部ブロック構成図である。本実施例の階層化ネットワークは、マルチレイヤネットワークにおいて実現されるため、仮想

ノード間に設定されるリンクには、波長パス、SDHパス、VPが混在する。

【0131】

ノードは、生成された仮想ノードの中で、隣接する仮想ノードとの間に設定されたパスのレイヤに応じて自律的にボードノードとしての機能を発動する。例えば、図28では、隣接する仮想ノードとの間に設定されているのは、Lambdaレイヤの波長パスである。したがって、node2に相当する光クロスコネクタ装置をボードノードとして設定する。また、図29では、隣接する仮想ノードとの間に設定されているのは、IPレイヤのVPである。したがって、node1に相当するルータをボードノードとして設定する。このように、隣接する仮想ノードとの間のパスの終端点をその仮想ノードのボードノードとして設定する。

【0132】

第十四実施例のノードには、図30に示すように、終端点判定部38を備え、この終端点判定部38は、他仮想ノード内情報保持部3に保持されたリンク情報を参照して自仮想ノードと他仮想ノードとを接続するリンクが自己に接続されているか否かを判定し、この判定結果により自仮想ノードと他仮想ノードとを接続するリンクが自己に接続されているときには自己が当該リンクに設定されたパスのレイヤにおける終端点に相当するか否かを判定し、この判定結果により自己が前記終端点に相当するときには自己が前記インタフェースに相当するボードノードであると認識し、インタフェース機能部39に指示を出してインタフェースに相当する機能を発動する。

【0133】

(第十五実施例)

第十五実施例を図31および図32を参照して説明する。図31は第十五実施例の仮想ノードの分割方法を説明するための図である。図32は第十五実施例のノードの要部ブロック構成図である。

【0134】

ノードを仮想ノードに分割する際には、はじめからリンクが設定されていないノード間を異なる仮想ノードに分割することは必然的に行われる。このようにして分割された仮想ノードであるが、第十五実施例では、図31に示すように、ネ

ットワーク運用過程において、リンクは設定されているものの同一仮想ノード内のノード間で、リソースが全て他ノードに使用され、実質的にリーチャビリティがなくなってしまう場合には（図中×印）、これをリンクが存在しないものとみなして異なる仮想ノードに分割する。

【0135】

これにより、単に、リンクの有無だけで仮想ノードに分割した場合と比較して、実質的なリーチャビリティの有無を反映した階層化ネットワークを構成することができ、精度が高く効率の良い経路探索およびパケット転送を行うことができる。

【0136】

第十五実施例のノードは、図32に示すように、自己に係わるリソース使用状況を監視するリソース使用状況監視部40と、このリソース使用状況監視部40の監視結果に基づき自仮想ノード内の他ノードに対するデータ転送に用いるリソースに空きがなくなり自己が前記インタフェースに相当する場合には、ノード機能部41に指示を出し、自己に接続されたレベル1の他仮想ノードに属するノードとしての機能を発動すると共に、仮想ノード情報保持部42に保持された自己が属する仮想ノード情報を当該所属する仮想ノードの変更に伴い更新する。

【0137】

また、仮想ノード情報保持部42は、更新内容を広告するとともに、他ノードから当該広告を受け取ったときには自己が属する仮想ノード情報を当該広告に基づき更新する。

【0138】

（第十六実施例）

第十六実施例を図31および図33を参照して説明する。図31は第十六実施例の仮想ノードの分割方法を説明するための図であり、第十五実施例と共通である。図33は第十六実施例のノードの要部ブロック構成図である。

【0139】

ノードを仮想ノードに分割する際には、はじめからリンクが設定されていないノード間を異なる仮想ノードに分割することは必然的に行われる。このようにし

て分割された仮想ノードであるが、第十六実施例では、図 3 1 に示すように、ネットワーク運用過程において、リンクは設定されているものの同一仮想ノード内のノード間で、リンクコストが閾値を超えた場合には（図中×印）、これをリンクが存在しないものとみなして異なる仮想ノードに分割する。

【0140】

これにより、単に、リンクの有無だけで仮想ノードに分割した場合と比較して、実質的なリーチャビリティの大小を反映した階層化ネットワークを構成することができ、効率の良い経路探索およびパケット転送を行うことができる。

【0141】

第十六実施例のノードは、図 3 3 に示すように、自己に係わるリンクコストを監視するリンクコスト監視部 4 3 と、このリンクコスト監視部 4 3 の監視結果に基づき自仮想ノード内の他ノードに対するデータ転送に用いるリンクコストが閾値を超え自己が前記インタフェースに相当する場合には、ノード機能部 4 4 に指示を出し、自己に接続されたレベル 1 の他仮想ノードに属するノードとしての機能を発動すると共に、仮想ノード情報保持部 4 2 は、自己が属する仮想ノード情報を当該所属する仮想ノードの変更に伴い更新する。

【0142】

また、仮想ノード情報保持部 4 2 は、この更新内容を広告すると共に、他ノードから当該広告を受け取ったときには自己が属する仮想ノード情報を当該広告に基づき更新する。

【0143】

（第十七実施例）

第十七実施例のノードを図 3 4 を参照して説明する。図 3 4 は第十七実施例のノードの要部ブロック構成図である。第十七実施例のノードは、第十五および十六実施例のノードを複合した装置である。すなわち、リソース使用状況監視部 4 0 によるノード間のリソース使用状況情報とリンクコスト監視部 4 3 による仮想ノード内のリンクコスト情報との双方を参照し、ノード機能部 4 5 に自己の機能の発動を指示する。これにより、第十五および十六実施例の双方の利点を採り入れた仮想ノード分割を実現することができる。

【0144】

(第十八実施例)

第十八実施例は、階層化ネットワークを一括制御するネットワーク制御装置の実施例である。第十八～二十一実施例では、ネットワーク制御装置は、階層化ネットワークに1つ設けるとして説明するが、以下の説明を階層化ネットワークの一部分に適用し、階層化ネットワーク全体を複数のネットワーク制御装置により制御する実施形態であっても同様に説明することができる。第十八実施例では、ボダノードの設定について図28、図29および図35を参照して説明する。図28および図29はボダノードの定義を説明するための図である。図35は第十七実施例のネットワーク制御装置の要部ブロック構成図である。本実施例の階層化ネットワークは、マルチレイヤネットワークにおいて実現されるため、仮想ノード間に設定されるリンクには、波長パス、SDHパス、VPが混在する。

【0145】

ネットワーク制御装置は、生成された仮想ノードの中で、隣接する仮想ノードとの間に設定されたパスのレイヤに応じてボダノードを設定する。例えば、図28では、隣接する仮想ノードとの間に設定されているのは、Lambdaレイヤの波長パスである。したがって、node2に相当する光クロスコネクタ装置をボダノードとして設定する。また、図29では、隣接する仮想ノードとの間に設定されているのは、IPレイヤのVPである。したがって、node1に相当するルータをボダノードとして設定する。このように、隣接する仮想ノードとの間のパスの終端点をその仮想ノードのボダノードとして設定する。

【0146】

第十八実施例のネットワーク制御装置には、図35に示すように、ノード種類データベース46が設けられ、ネットワーク内に設置されているノードの種類に関する情報が蓄積されている。ボダノード設定部47は、ノード種類データベース46を参照して各仮想ノード内のノードの種類は認識し、隣接仮想ノードとの間のリンクのレイヤに応じてボダノードに設定するノードを決定し、当該ノードに設定指示を送出する。この設定指示を受け取ったノードでは、自己がボダノードであることを認識してボダノードとしての機能を発動する。

【0 1 4 7】

(第十九実施例)

第十九実施例を図 3 1 および図 3 6 を参照して説明する。図 3 1 は第十九実施例の仮想ノードの分割方法を説明するための図であり、第十五および第十六実施例と共通である。図 3 6 は第十九実施例のネットワーク制御装置の要部ブロック構成図である。

【0 1 4 8】

ノードを仮想ノードに分割する際には、はじめからリンクが設定されていないノード間を異なる仮想ノードに分割することは必然的に行われる。このようにして分割された仮想ノードであるが、第十九実施例では、図 3 1 に示すように、ネットワーク運用過程において、リンクは設定されているものの同一仮想ノード内のノード間で、リソースが全て他ノードに使用され、実質的にリーチャビリティがなくなってしまった場合には（図中×印）、これをリンクが存在しないものとみなして異なる仮想ノードに分割する。

【0 1 4 9】

これにより、単に、リンクの有無だけで仮想ノードに分割した場合と比較して、実質的なリーチャビリティの有無を反映した階層化ネットワークを構成することができ、精度が高く効率の良い経路探索およびパケット転送を行うことができる。

【0 1 5 0】

第十九実施例のネットワーク制御装置は、図 3 6 に示すように、各ノードのリソース使用状況を監視するリソース使用状況監視部 4 8 を備え、仮想ノード分割制御部 4 9 は、リソース使用状況監視部 4 8 を参照して随時、新たな仮想ノード分割を各ノードに指示する。この指示を受け取ったノードでは、自己が属する仮想ノードの情報を更新し、新たな仮想ノード内ノードとしての機能を発動する。

【0 1 5 1】

(第二十実施例)

第二十実施例を図 3 1 および図 3 7 を参照して説明する。図 3 1 は第二十実施例の仮想ノードの分割方法を説明するための図であり、第十五および第十六お

び第十九実施例と共通である。図 37 は第二十実施例のネットワーク制御装置の要部ブロック構成図である。

【0152】

ノードを仮想ノードに分割する際には、はじめからリンクが設定されていないノード間を異なる仮想ノードに分割することは必然的に行われる。このようにして分割された仮想ノードであるが、第二十実施例では、図 31 に示すように、ネットワーク運用過程において、リンクは設定されているものの同一仮想ノード内のノード間で、リンクコストが閾値を超えた場合には（図中×印）、これをリンクが存在しないものとみなして異なる仮想ノードに分割する。

【0153】

これにより、単に、リンクの有無だけで仮想ノードに分割した場合と比較して、実質的なリーチャビリティの大小を反映した階層化ネットワークを構成することができ、効率の良い経路探索およびパケット転送を行うことができる。

【0154】

第二十実施例のネットワーク制御装置は、図 37 に示すように、各ノードのリンクコストを監視するリンクコスト監視部 50 を備え、仮想ノード分割制御部 51 は、リンクコスト監視部 50 を参照して随時、新たな仮想ノード分割を各ノードに指示する。この指示を受け取ったノードでは、自己が属する仮想ノードの情報を更新し、新たな仮想ノード内ノードとしての機能を発動する。

【0155】

第二十実施例で説明した仮想ノード分割方法を用いることにより、各仮想ノード内のリンクコストを一定に保つことが可能となる。したがって、リンクコスト情報を外部に広告する必要性が無くなる利点がある。例えば、閾値の値は、各仮想ノードのリンクコストが一定となるように、最もリンクコストの小さい仮想ノードのリンクコスト値とする。

【0156】

（第二十一実施例）

第二十一実施例のネットワーク制御装置を図 38 を参照して説明する。図 38 は第二十一実施例のネットワーク制御装置の要部ブロック構成図である。第二十

一実施例のネットワーク制御装置は、第十九および二十実施例のネットワーク制御装置を複合した装置である。すなわち、リソース使用状況監視部 48 によるノード間のリソース使用状況情報とリンクコスト監視部 50 による仮想ノード内のリンクコスト情報との双方を参照し、仮想ノード分割制御部 52 が仮想ノードの分割を指示する。これにより、第十九および二十実施例の双方の利点を採り入れた仮想ノード分割を実現することができる。

【0157】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、マルチレイヤネットワークのような複雑な処理を必要とするネットワークであっても大規模ネットワークへの拡張を実現することができ、さらに、経路計算を必要とする範囲を特定してから計算を行うことができるため、無効となる計算を無くすことができ、経路計算を効率良く行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

ネットワークをセル分割・仮想ノード化・階層化する様子を示す図。

【図 2】

階層化ネットワークのトポロジを示す図。

【図 3】

第一実施例の非ボーダノードのブロック構成図。

【図 4】

第一実施例のボーダノードのブロック構成図。

【図 5】

第一実施例の経路探索方法を説明するための図。

【図 6】

第二実施例の非ボーダノードのブロック構成図。

【図 7】

第二実施例のボーダノードの要部ブロック構成図。

【図 8】

第三実施例の非ボーダノードのブロック構成図。

【図 9】

第三実施例のボーダノードの要部ブロック構成図。

【図 1 0】

第四実施例の非ボーダノードのブロック構成図。

【図 1 1】

第四実施例のボーダノードの要部ブロック構成図。

【図 1 2】

第五実施例の非ボーダノードの要部ブロック構成図。

【図 1 3】

第五実施例のボーダノードの要部ブロック構成図。

【図 1 4】

第五実施例の動作の概念を示す図。

【図 1 5】

同一の他仮想ノード内のボーダノードに対して複数の自仮想ノード内のボーダノードからの広告が行われる場合を示す図。

【図 1 6】

第五実施例の外部広告部のブロック構成図。

【図 1 7】

第六実施例のボーダノードの要部ブロック構成図。

【図 1 8】

第七、第八、第九実施例の非ボーダノードの要部ブロック構成図。

【図 1 9】

第九実施例のボーダノードの要部ブロック構成図。

【図 2 0】

第十実施例の非ボーダノードの要部ブロック構成図。

【図 2 1】

第十実施例における非ボーダノードのレベル 1 のスコープの概念図。

【図 2 2】

第十一実施例のボードノードの要部ブロック構成図。

【図 2 3】

第十一実施例のボードノードのレベル 2 のスコープの概念図。

【図 2 4】

第十二実施例の経路探索方法を説明するための図。

【図 2 5】

第十三実施例の経路探索方法を説明するための図。

【図 2 6】

第十三実施例の非ボードノードの要部ブロック構成図。

【図 2 7】

第十三実施例の経路探索方法を説明するためのシーケンス図。

【図 2 8】

ボードノードの定義を説明するための図。

【図 2 9】

ボードノードの定義を説明するための図。

【図 3 0】

第十四実施例のノードの要部ブロック構成図。

【図 3 1】

第十五、第十六、第十九、第二十実施例の仮想ノードの分割方法を説明するための図。

【図 3 2】

第十五実施例のノードの要部ブロック構成図。

【図 3 3】

第十六実施例のノードの要部ブロック構成図。

【図 3 4】

第十七実施例のノードの要部ブロック構成図。

【図 3 5】

第十八実施例のネットワーク制御装置の要部ブロック構成図。

【図 3 6】

第十九実施例のネットワーク制御装置の要部ブロック構成図。

【図 37】

第二十実施例のネットワーク制御装置の要部ブロック構成図。

【図 38】

第二十一実施例のネットワーク制御装置の要部ブロック構成図。

【図 39】

複数のレイヤのネットワークで構成されたネットワークの例を示す図。

【符号の説明】

1 ~ # 9 ノード

A、# B 仮想ノード

1、34 広告部

2 自仮想ノード内情報保持部

3 他仮想ノード内情報保持部

4、29 IP アドレス伝達部

5 着ノード位置探索部

6、37 経路探索部

7 外部 IP アドレス群情報取得部

8 IP アドレス・リンクコスト伝達部

9 外部 IP アドレス群・リンクコスト情報保持部

10 外部 IP アドレス群・リンクコスト情報取得部

11 内部広告部

13 他仮想ノード内情報保持部

14 IP アドレス情報収集部

15 外部広告部

16 他仮想ノード内 IP アドレス群情報保持部

17 他仮想ノード内 IP アドレス群情報保持部

18 IP アドレス・リンクコスト情報収集部

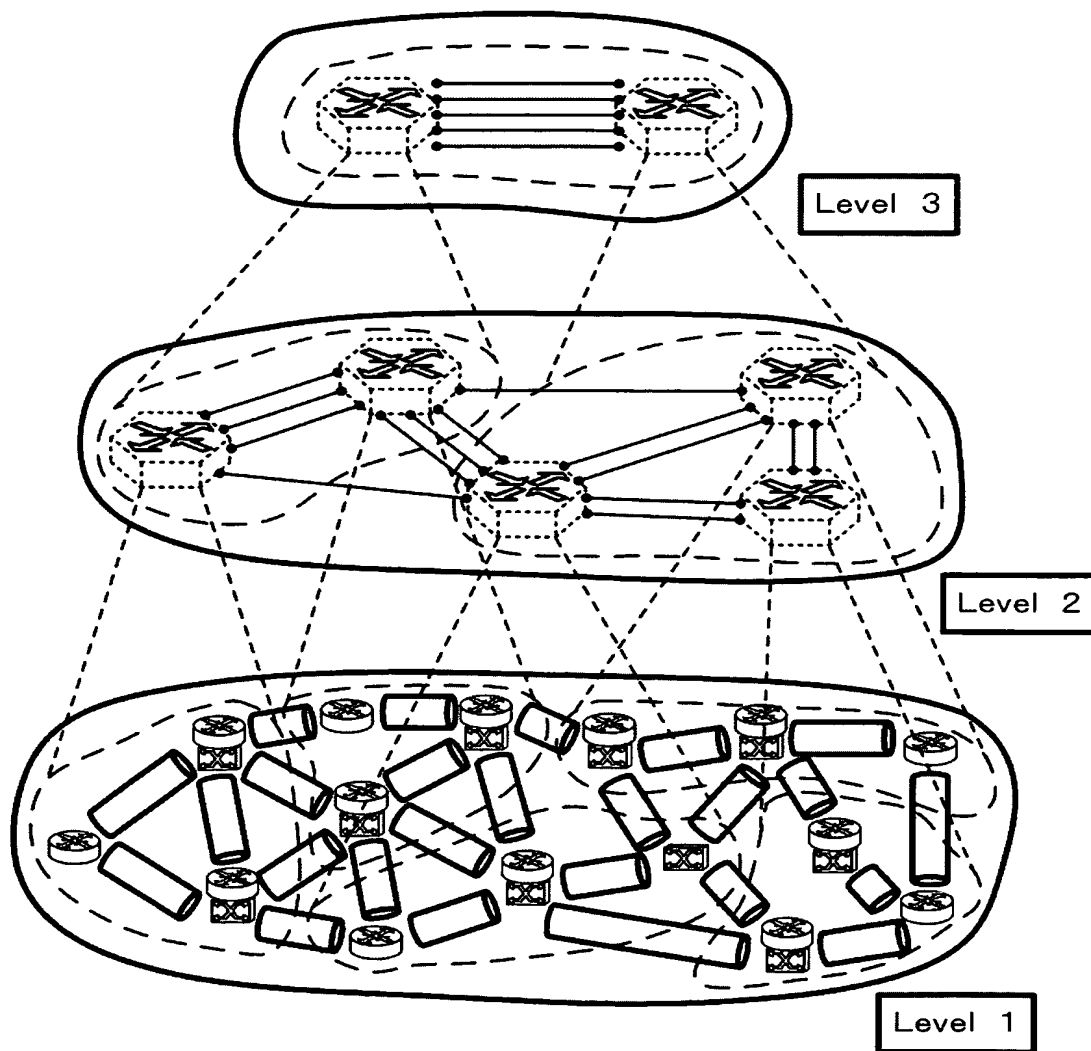
19 外部広告部

20 外部 IP アドレス群・リンクコスト情報収集部

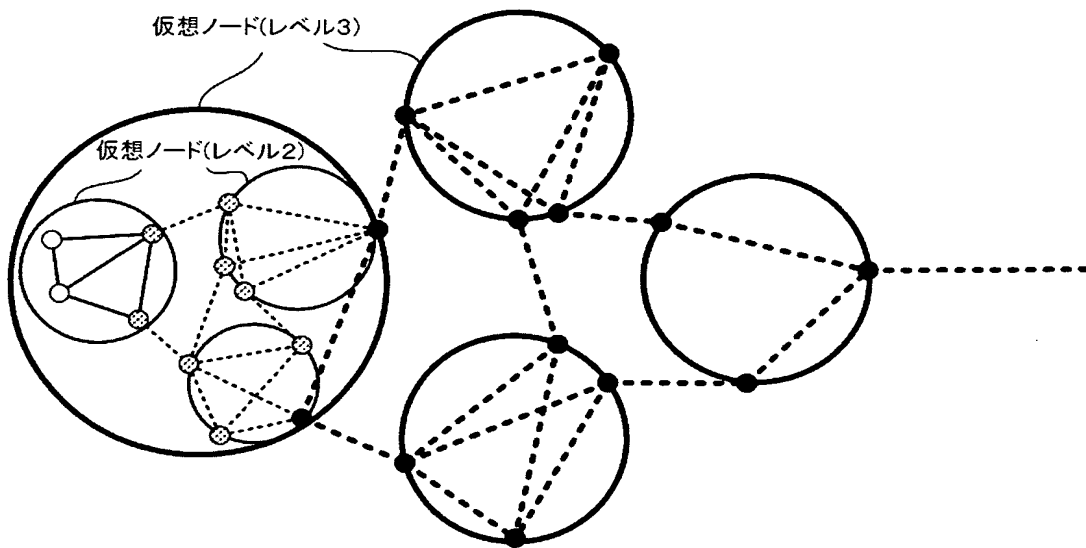
- 21 内部広告部
- 22 外部IPアドレス群・リンクコスト情報収集部
- 23 リーチャビリティ広告部
- 24 リーチャビリティ広告用パケット受信部
- 25 内部IPアドレス群情報生成部
- 26 情報同期化部
- 27 外部広告部
- 28 広告実施ノード決定部
- 30 リンクコスト計算部
- 31 他仮想ノード内情報取得部
- 32 リーチャビリティ確認用パケット受信部
- 33 内部IPアドレス群情報生成部
- 35 同レベルボードノード情報保持部
- 36 上位仮想ノード内情報取得部
- 38 終端点判定部
- 39 インタフェース機能部
- 40、48 リソース使用状況監視部
- 41、44、45 ノード機能部
- 42 仮想ノード情報保持部
- 43、50 リンクコスト監視部
- 46 ノード種類データベース
- 47 ボードノード設定部
- 49、51、52 仮想ノード分割制御部

【書類名】 図面

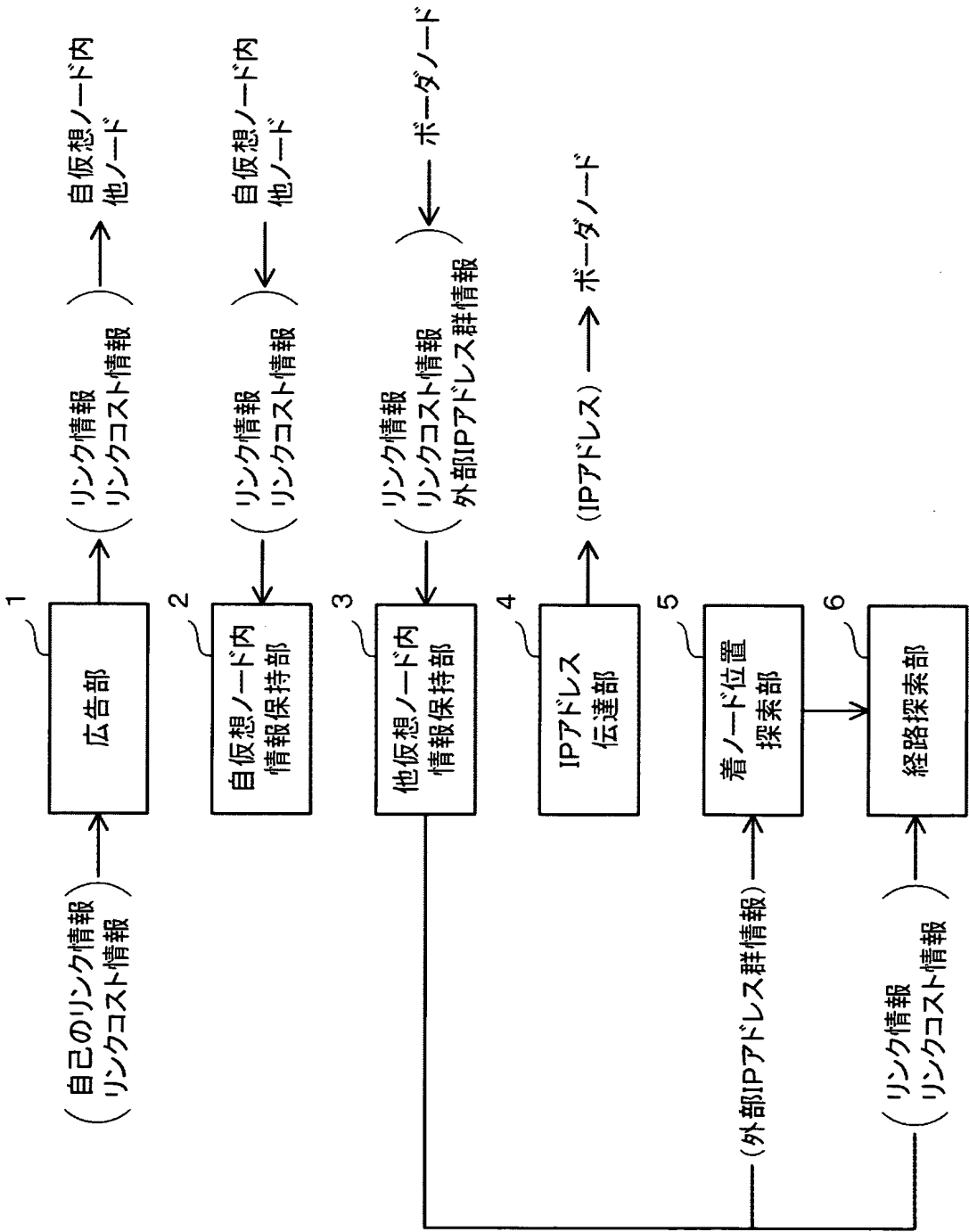
【図 1】



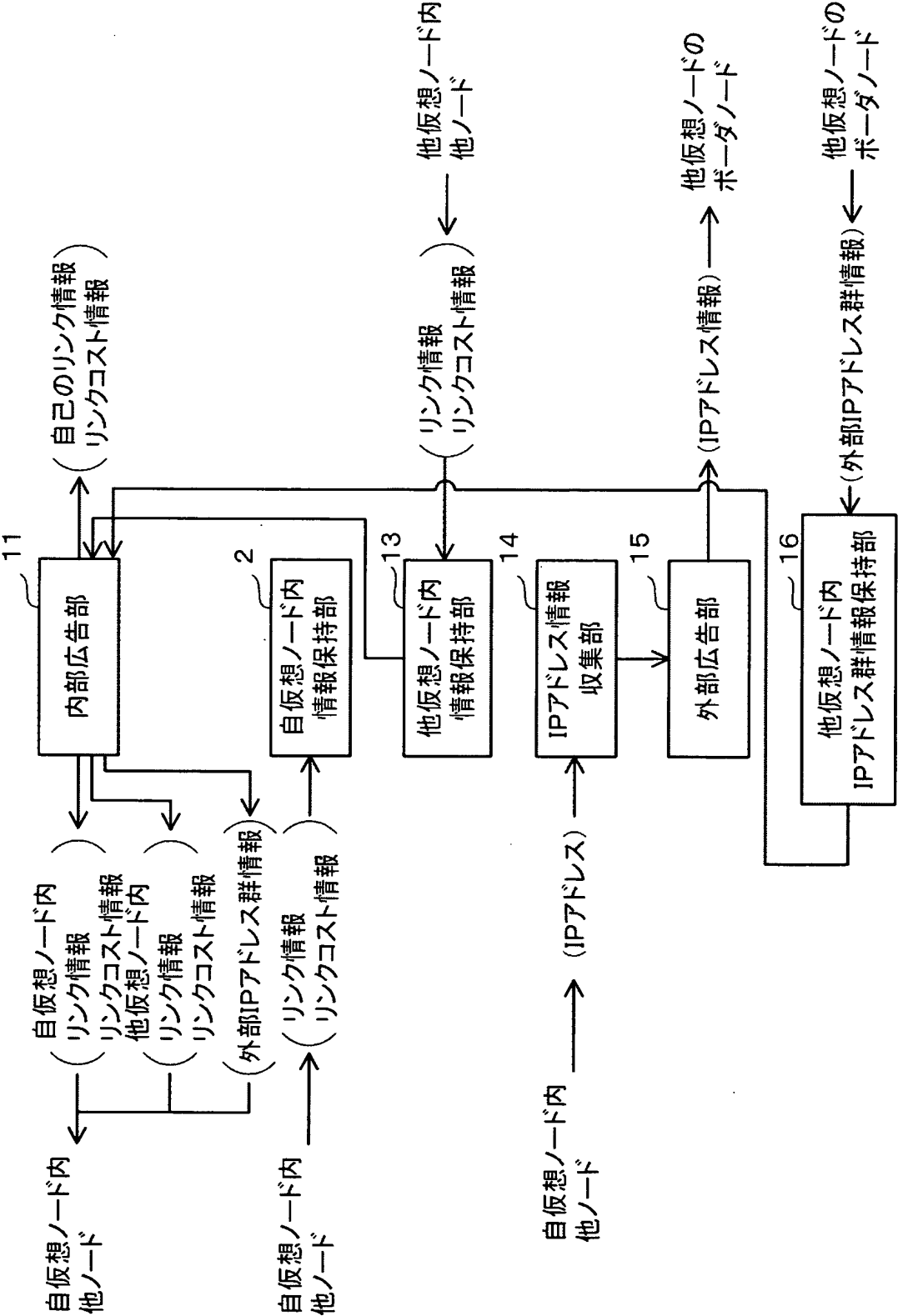
【図 2】



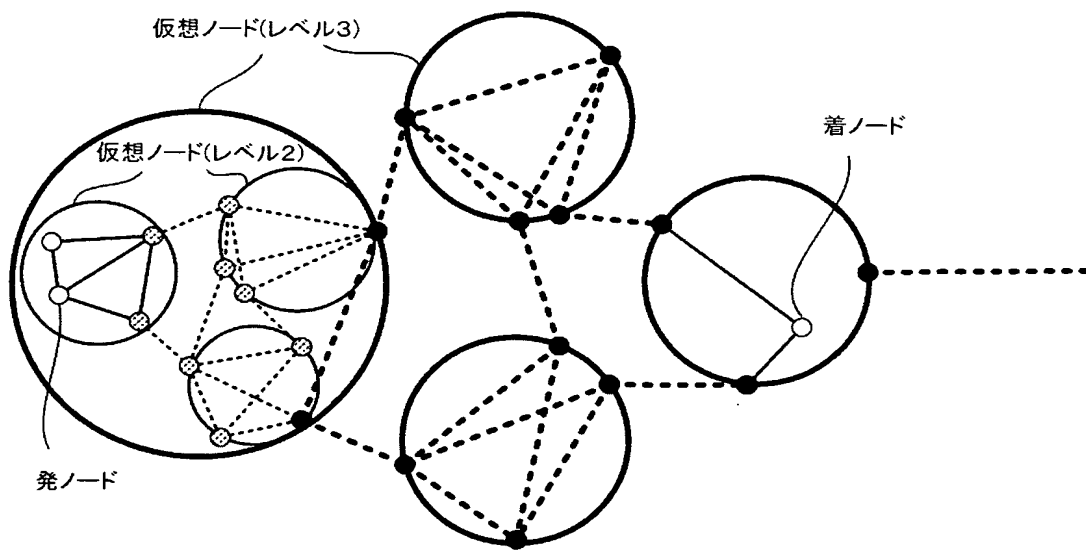
【図 3】



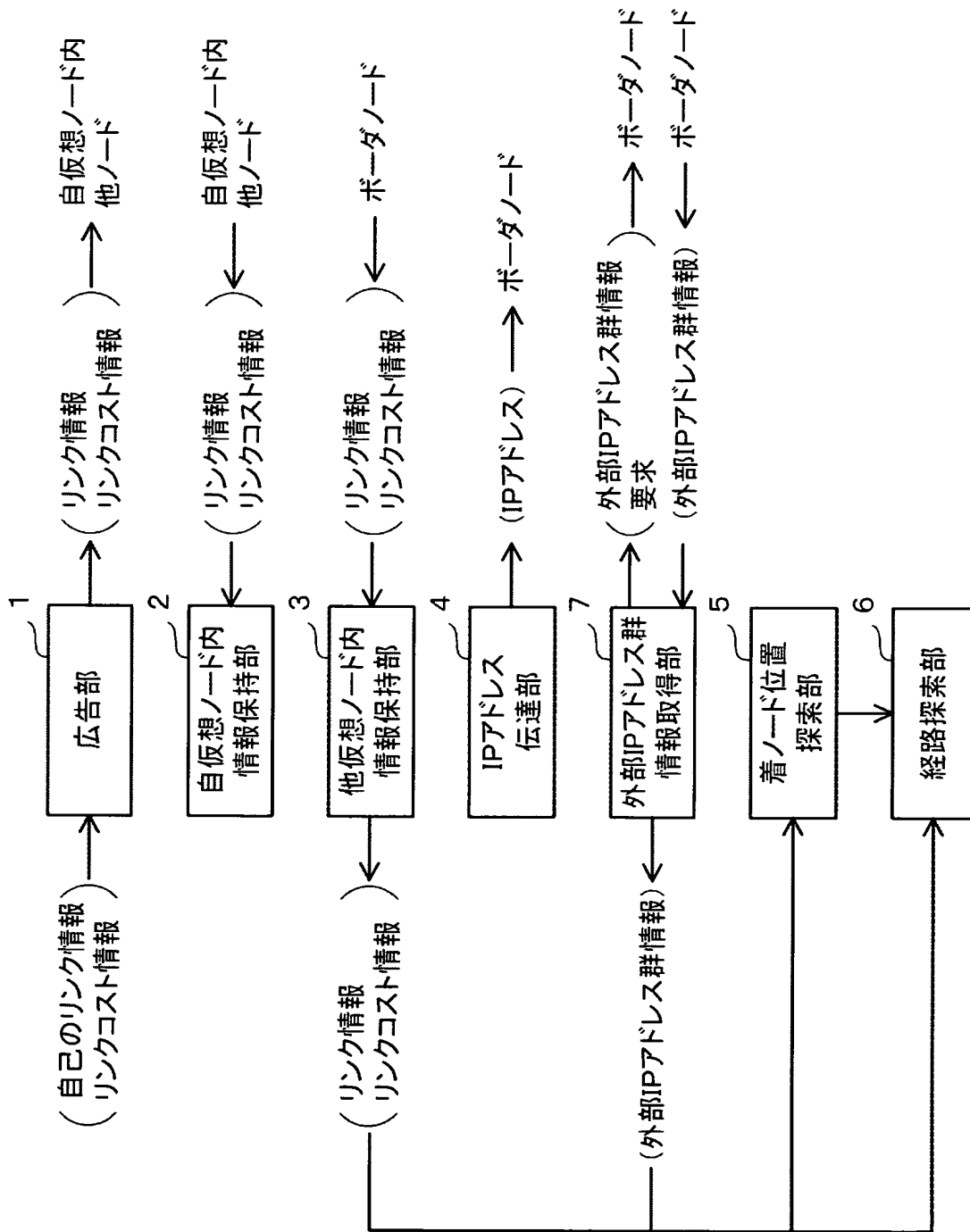
【図 4】



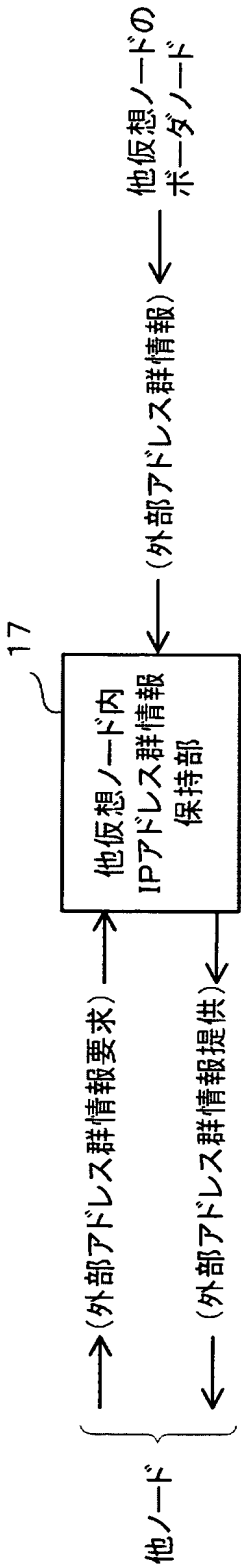
【図 5】



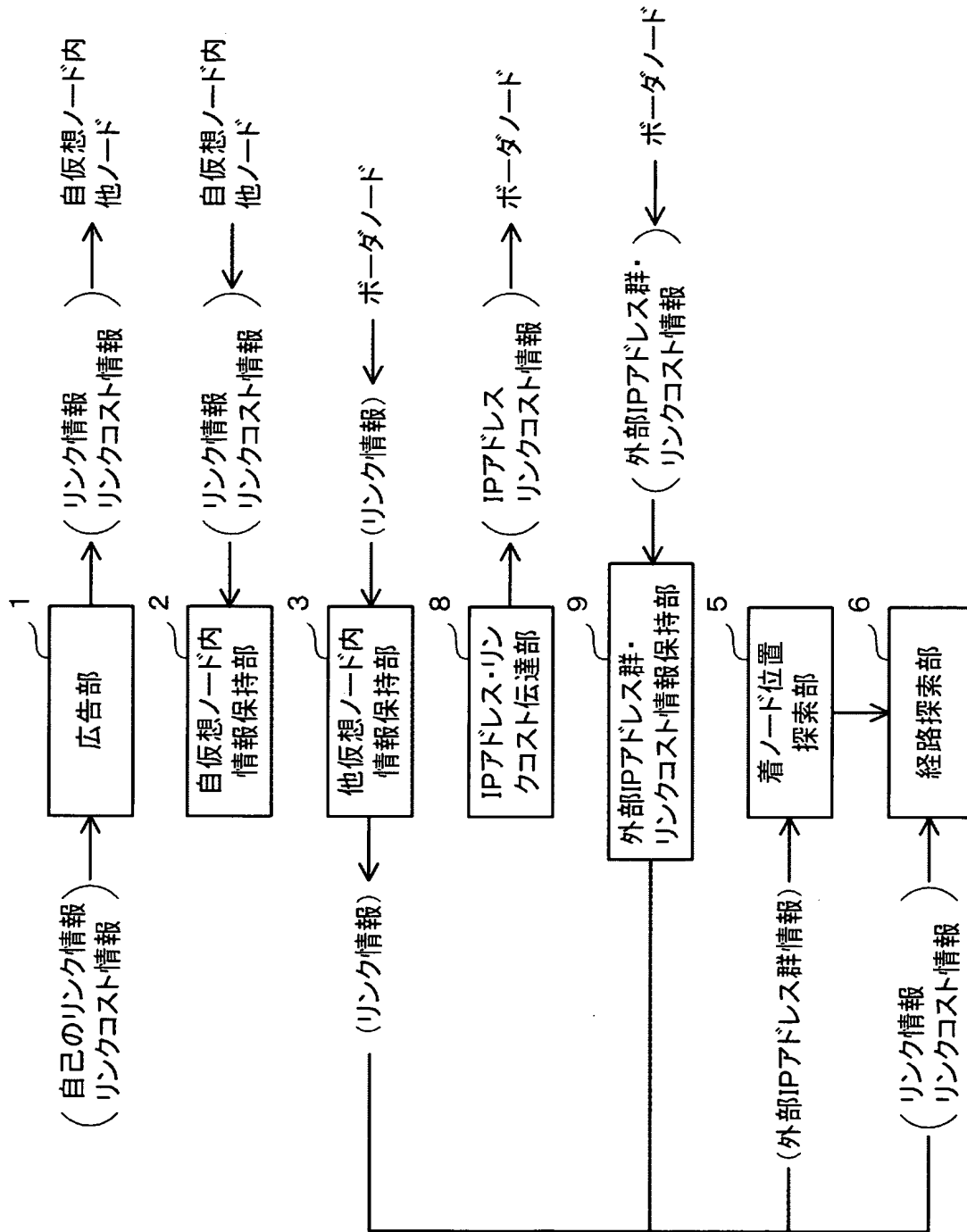
【図 6】



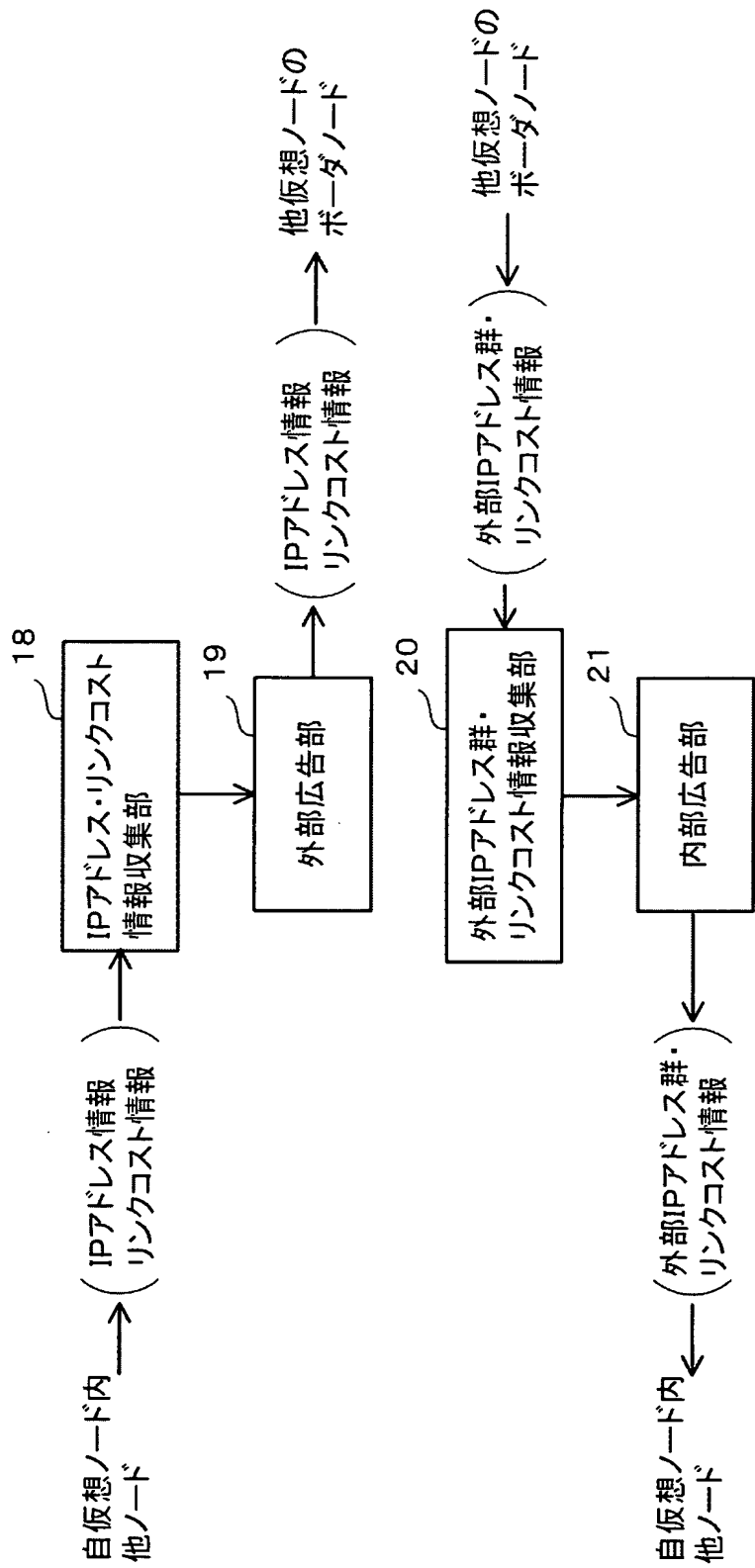
【図 7】



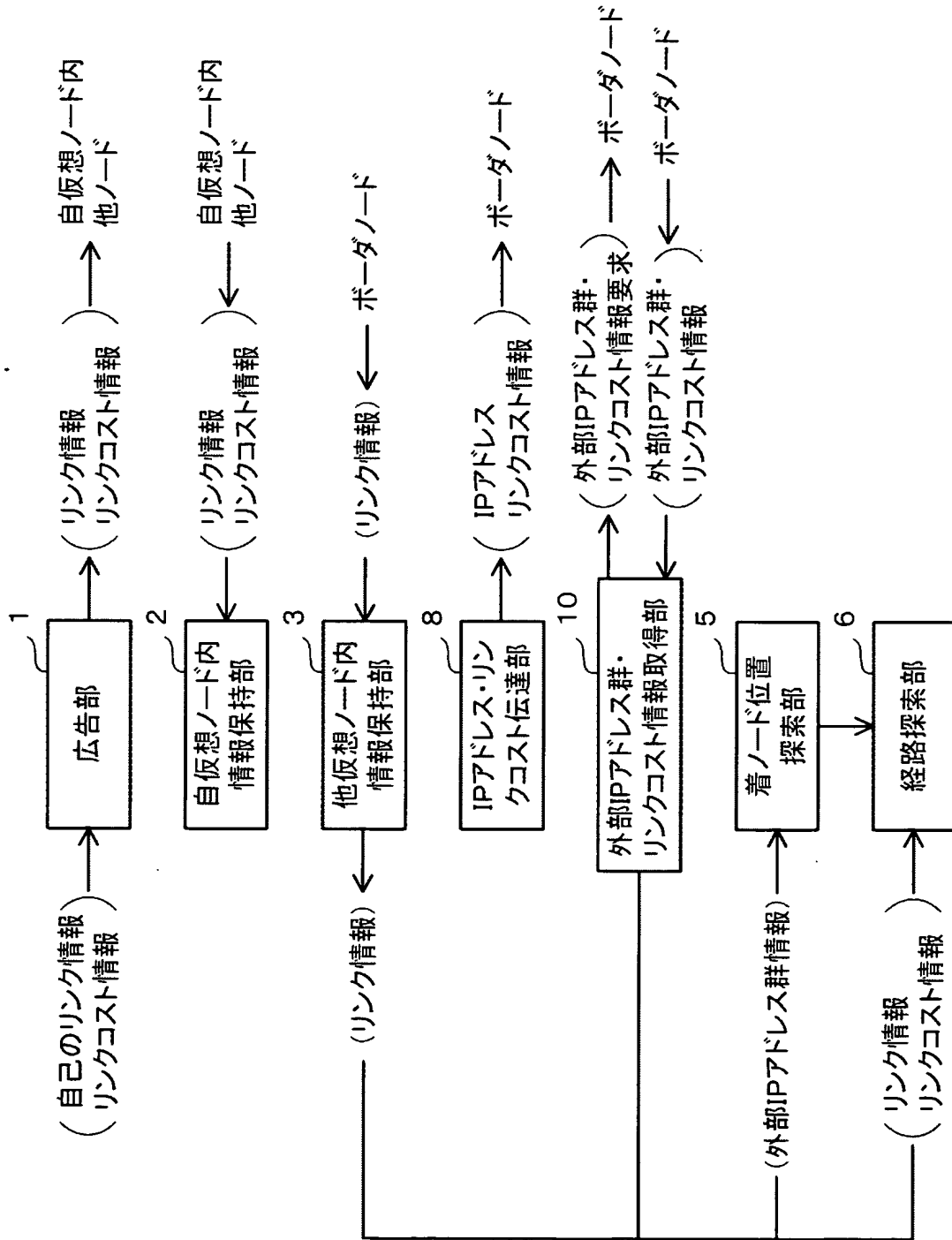
【図 8】



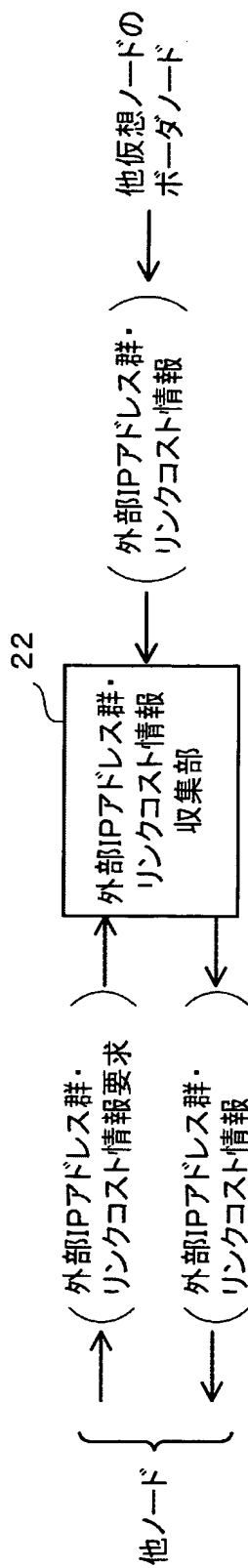
【図 9】



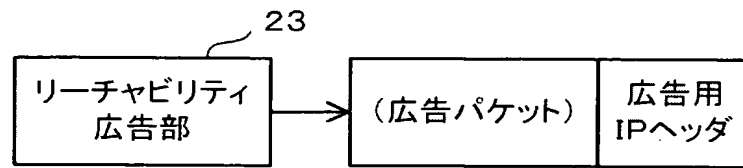
【図 10】



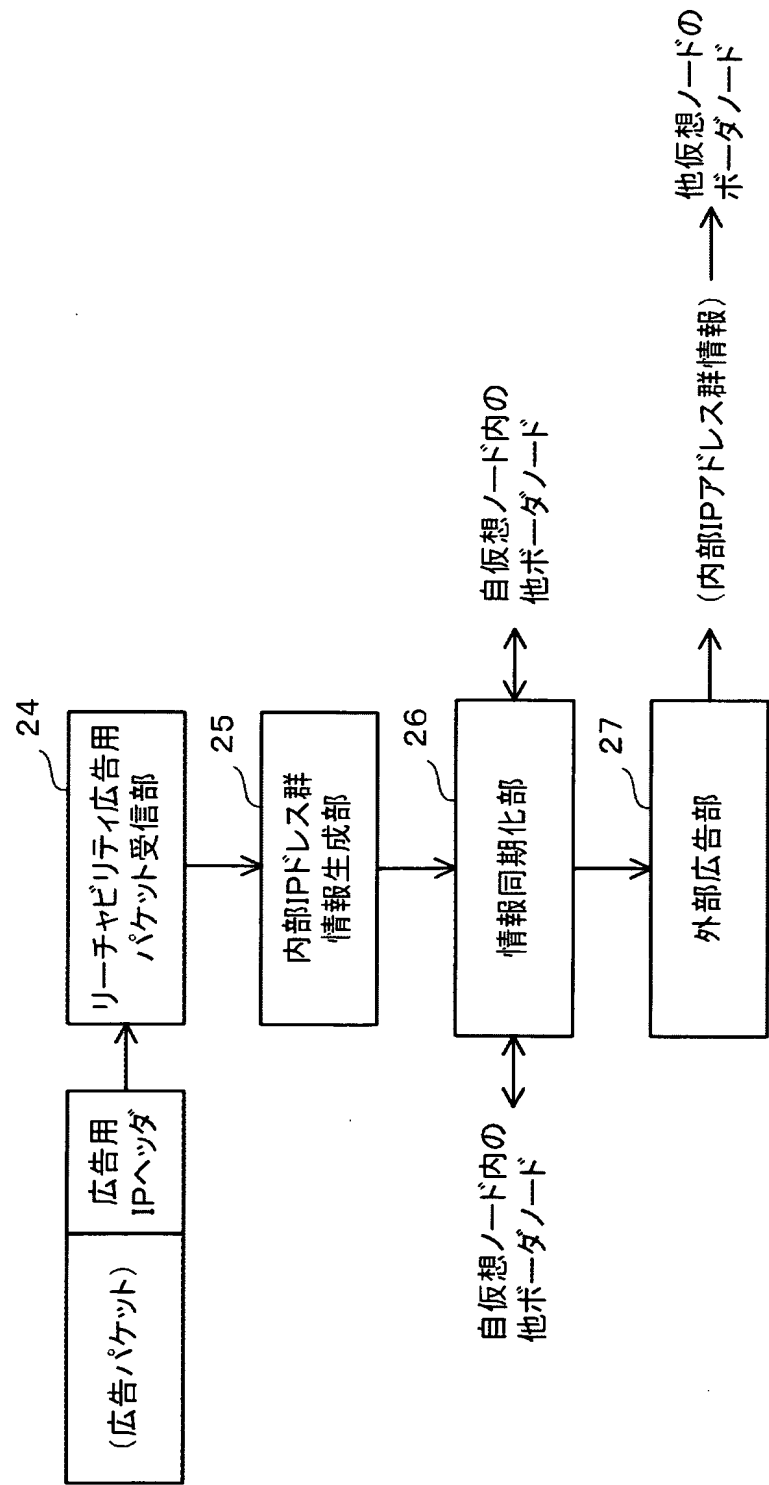
【図 11】



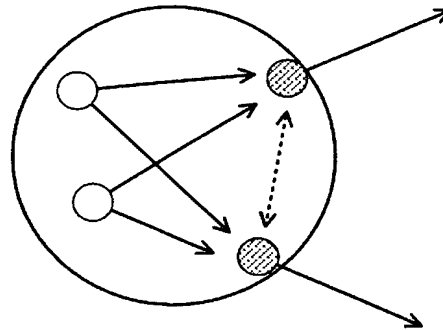
【図 12】



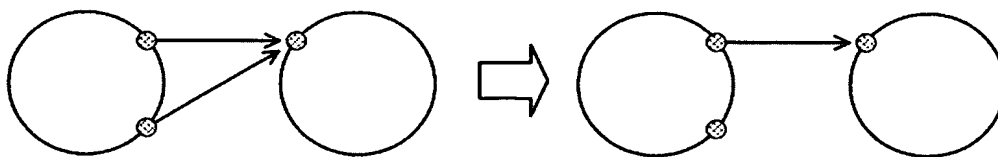
【図 13】



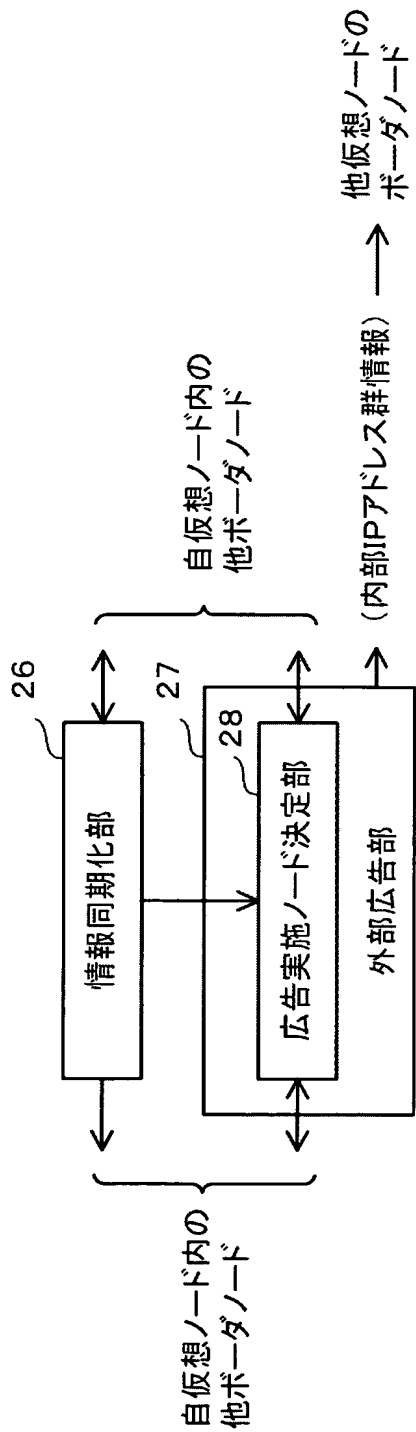
【図 14】



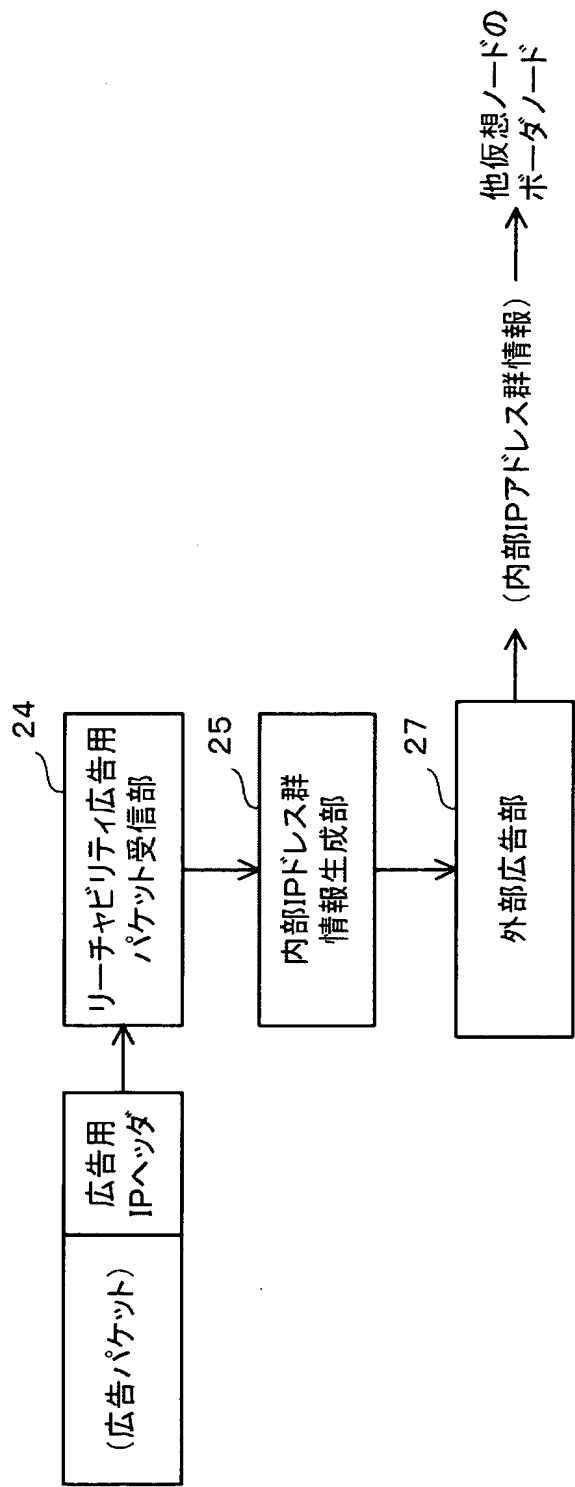
【図 15】



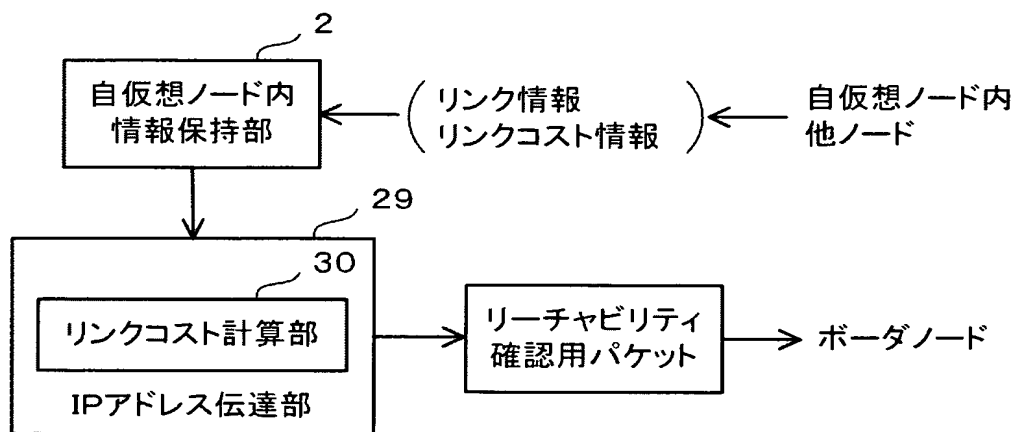
【図 16】



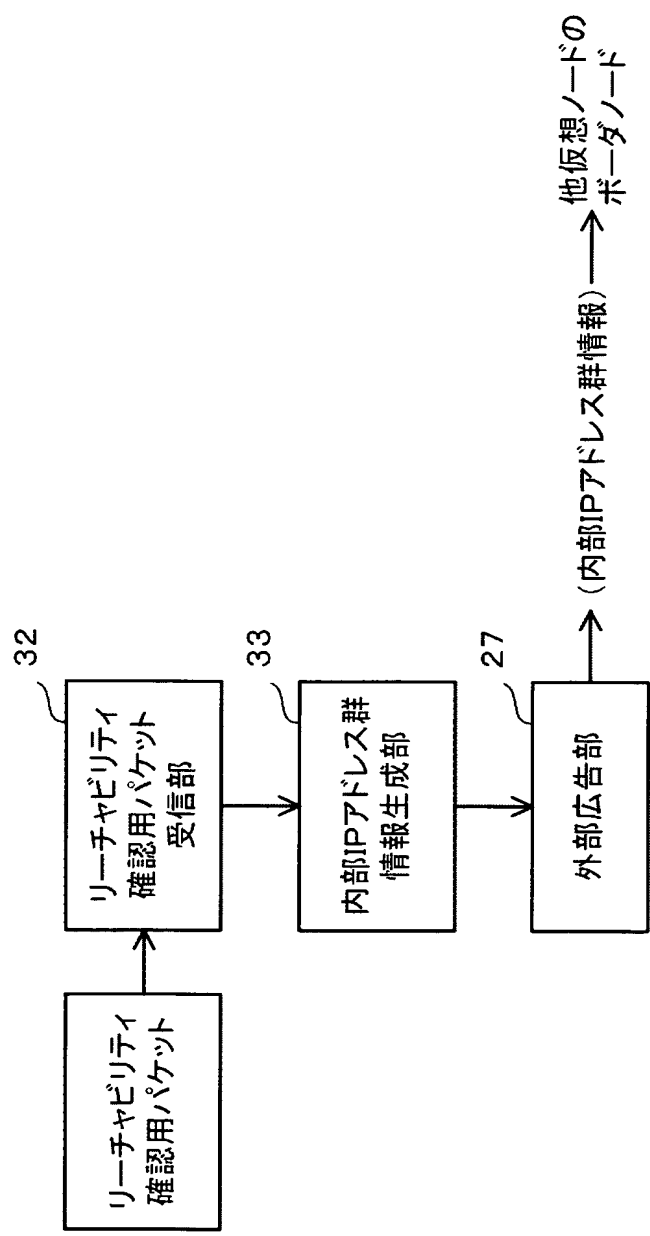
【図 17】



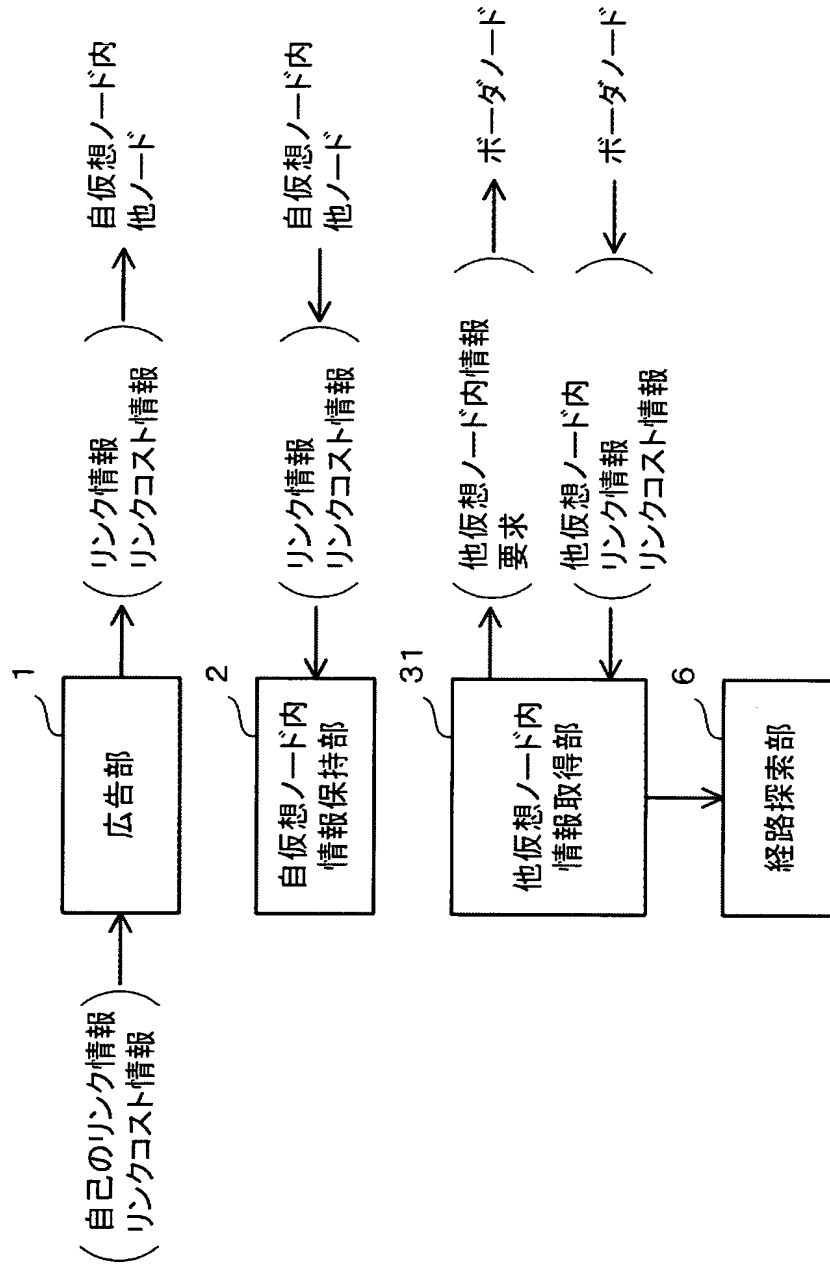
【図 18】



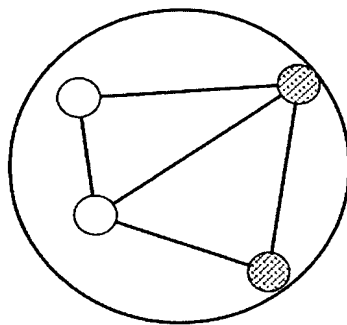
【図 19】



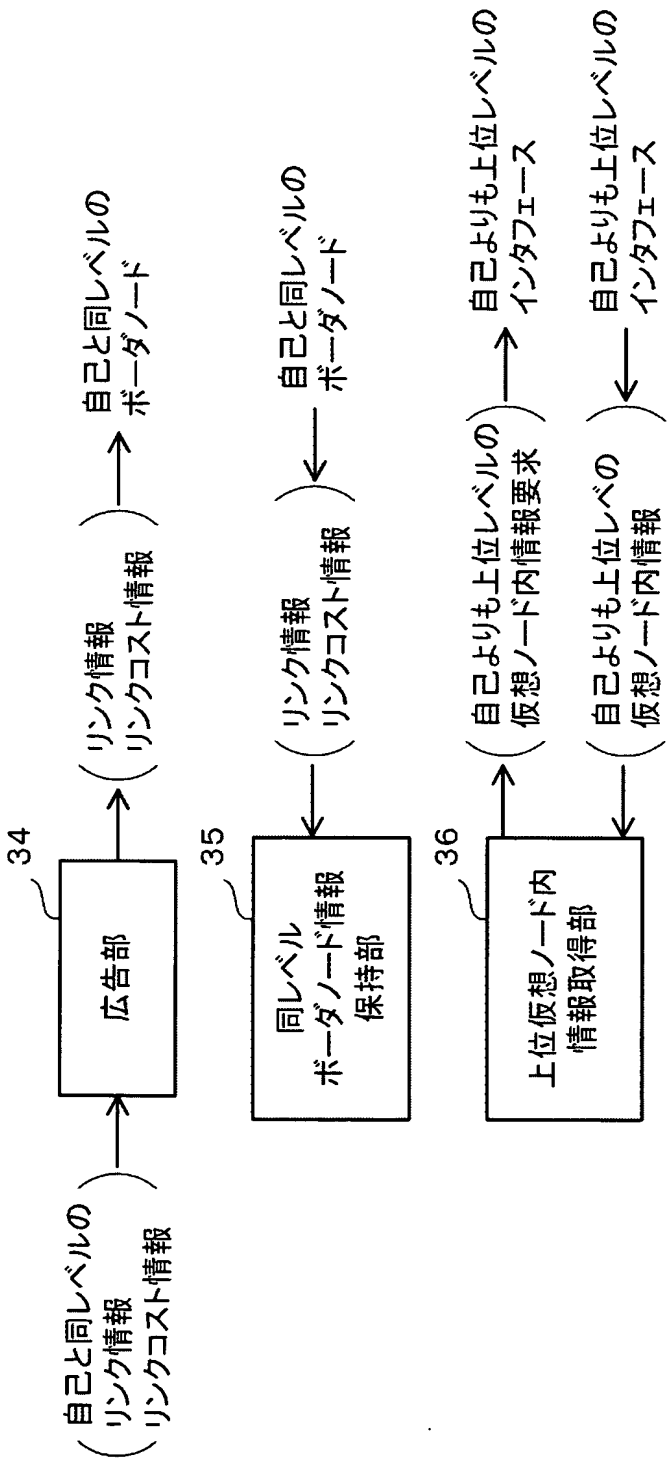
【図 20】



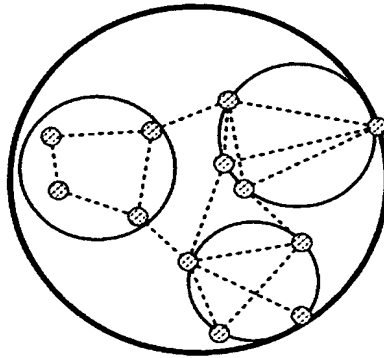
【図 21】



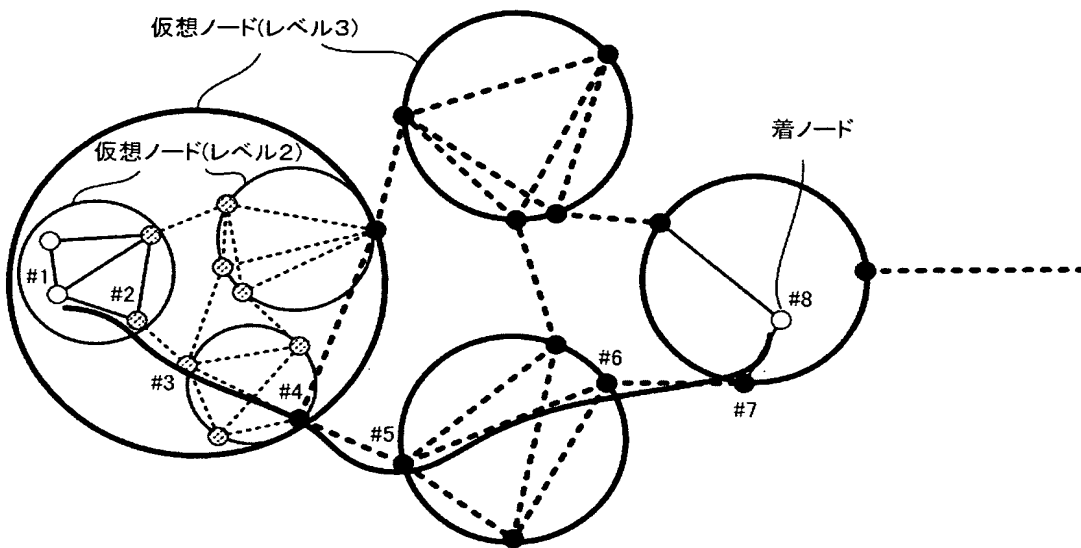
【図 22】



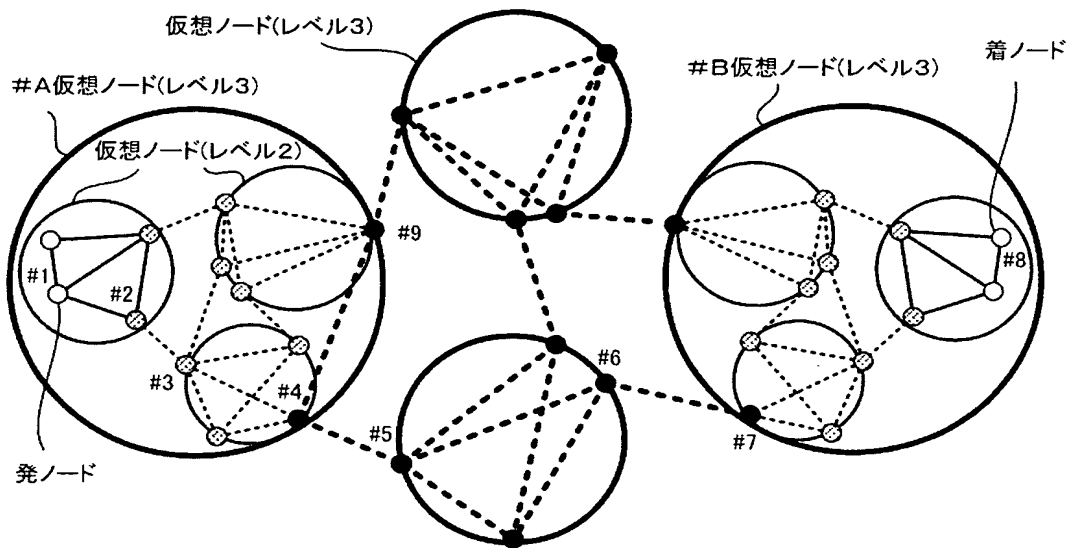
【図 23】



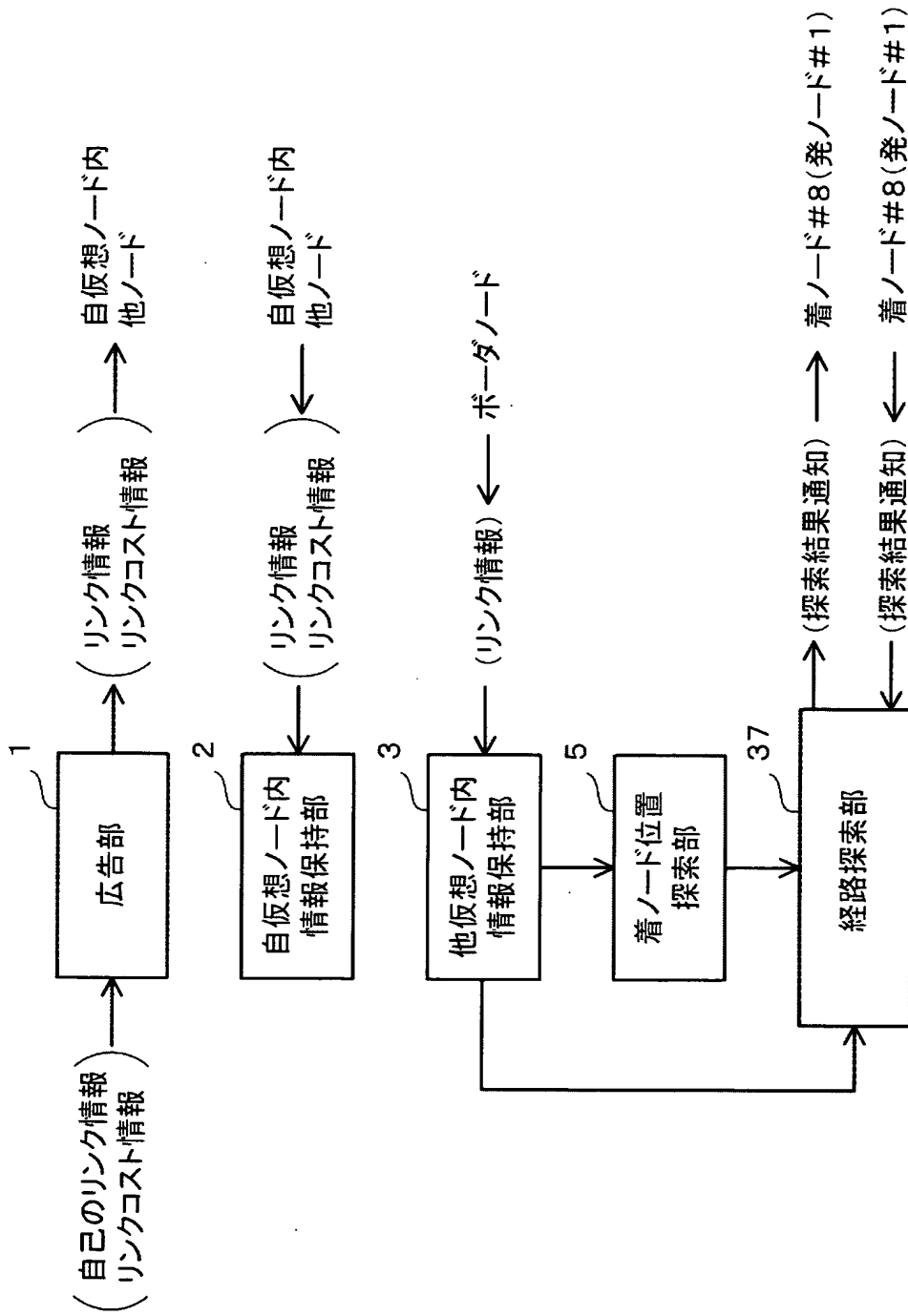
【図 24】



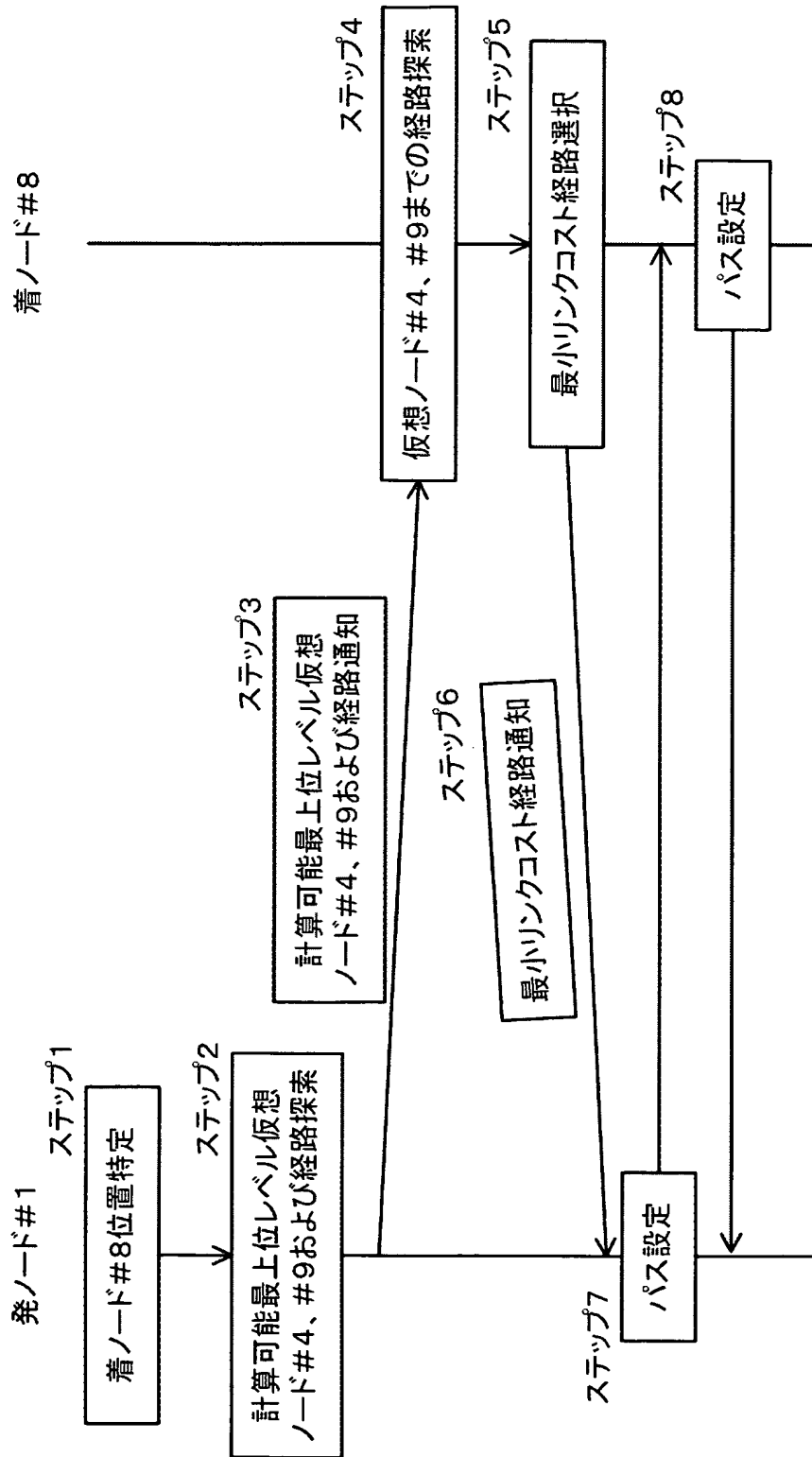
【図 25】



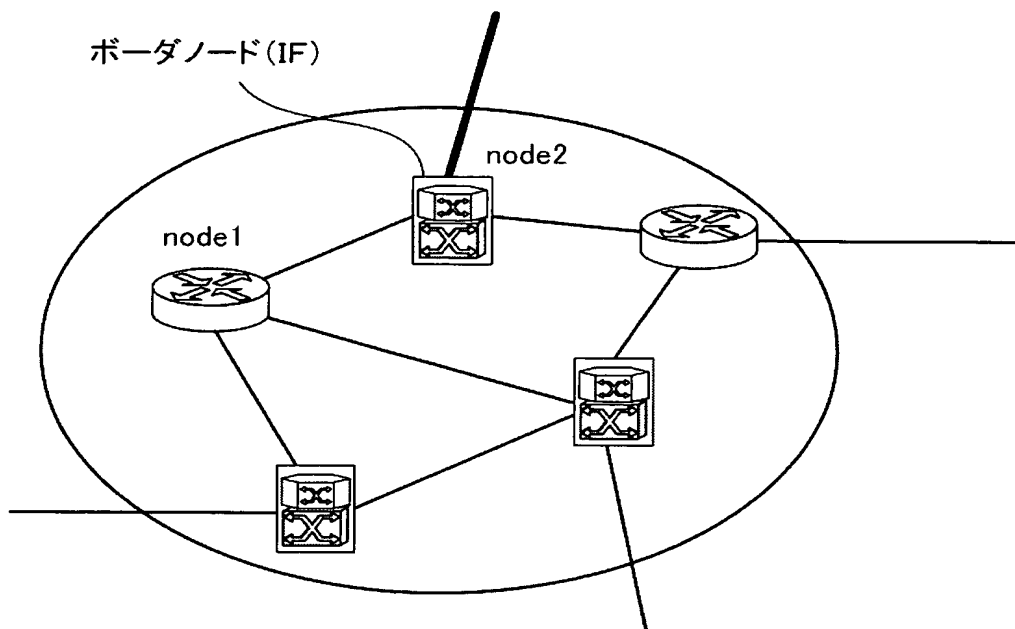
【図 26】



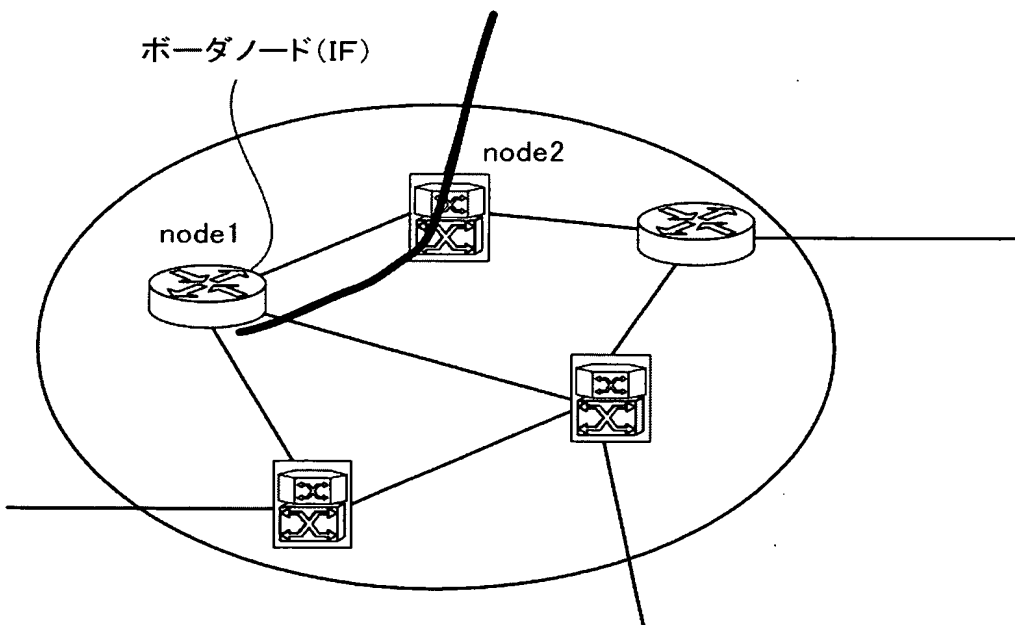
【図 27】



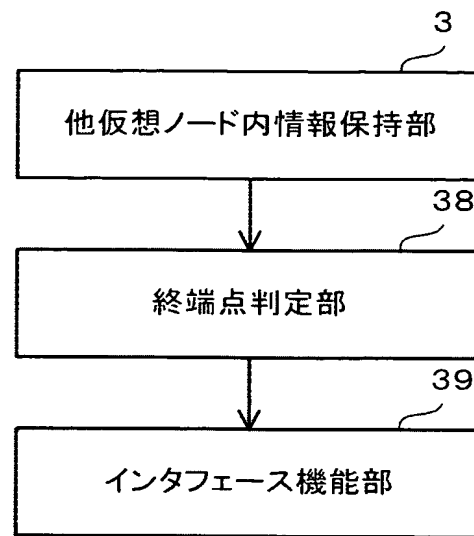
【図 28】



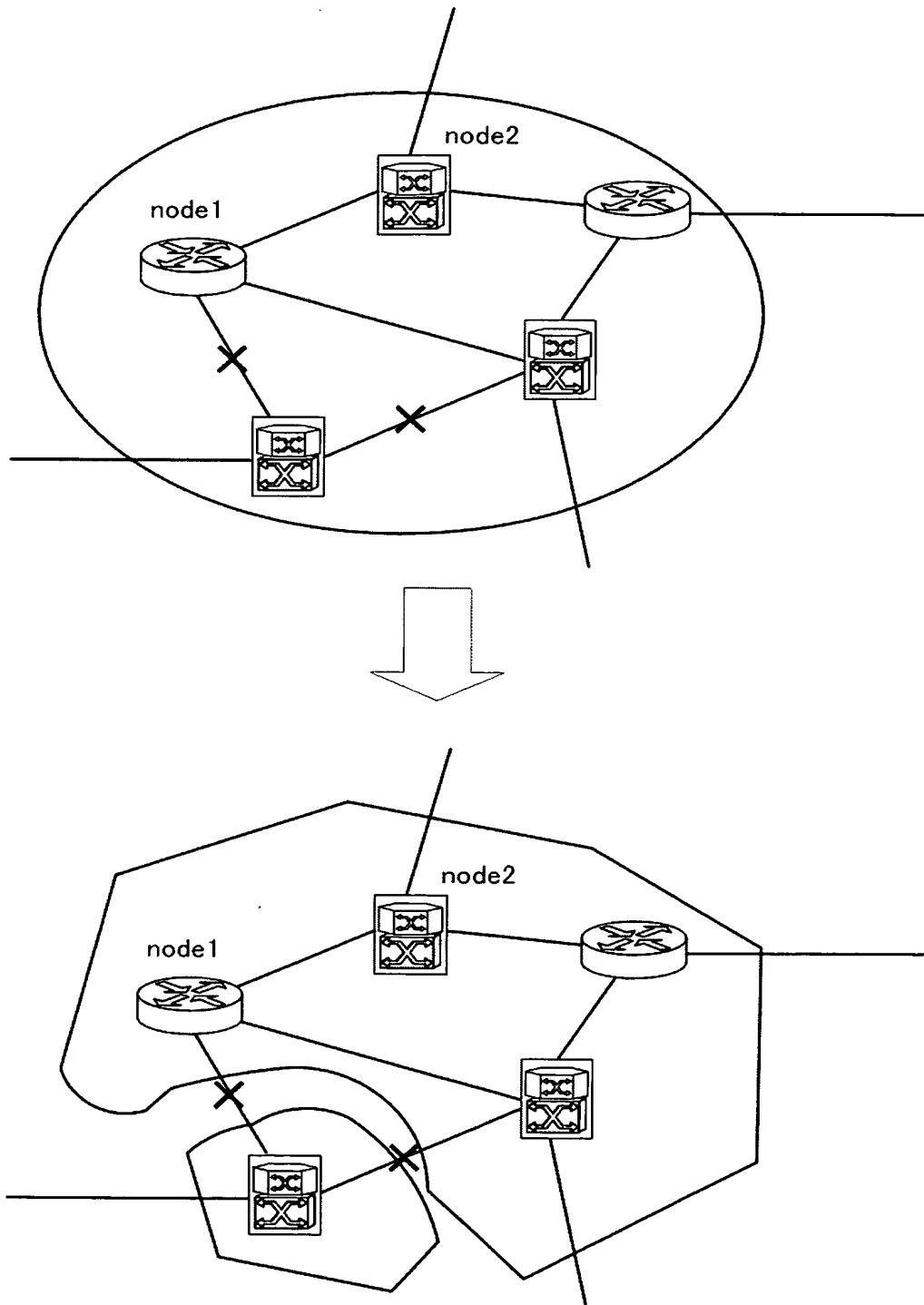
【図 29】



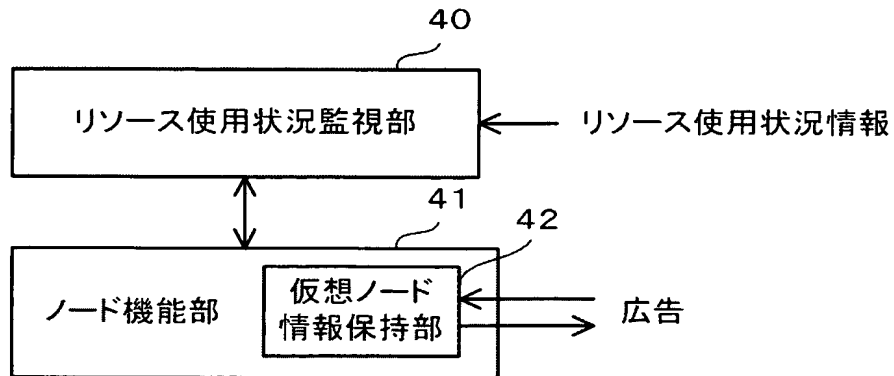
【図 30】



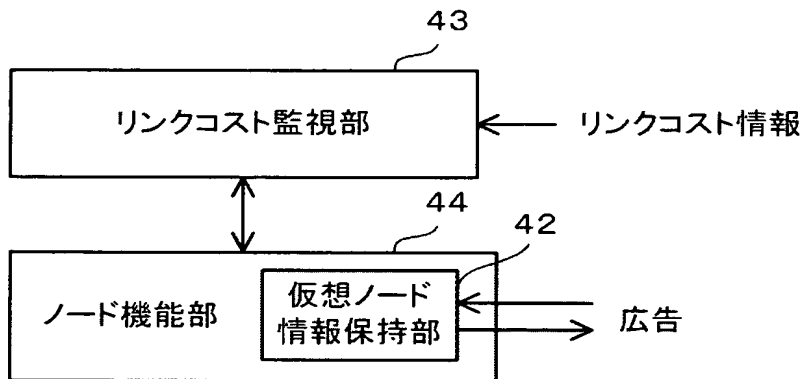
【図 31】



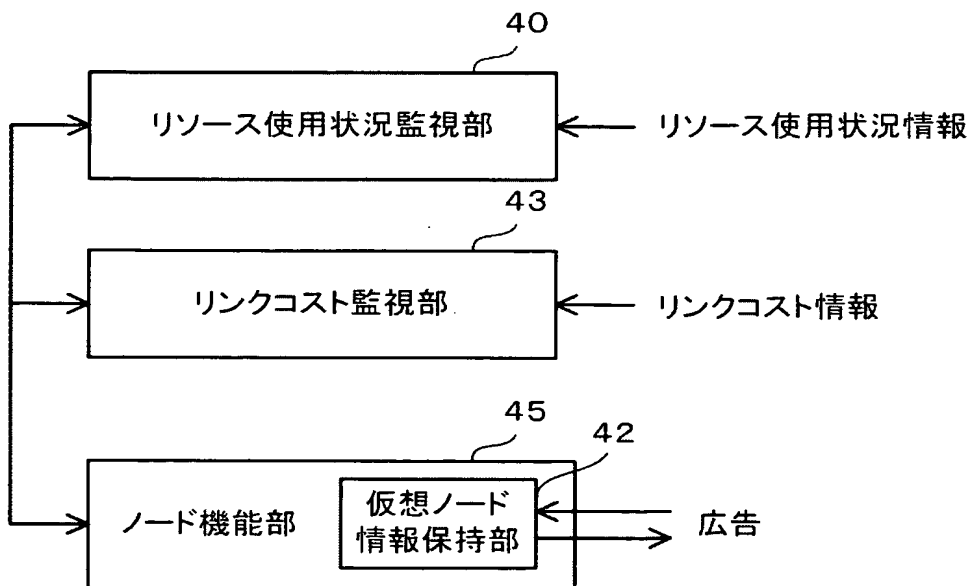
【図 3 2】



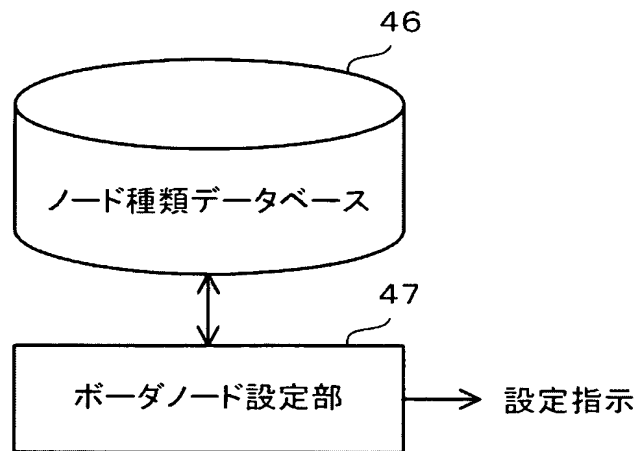
【図 3 3】



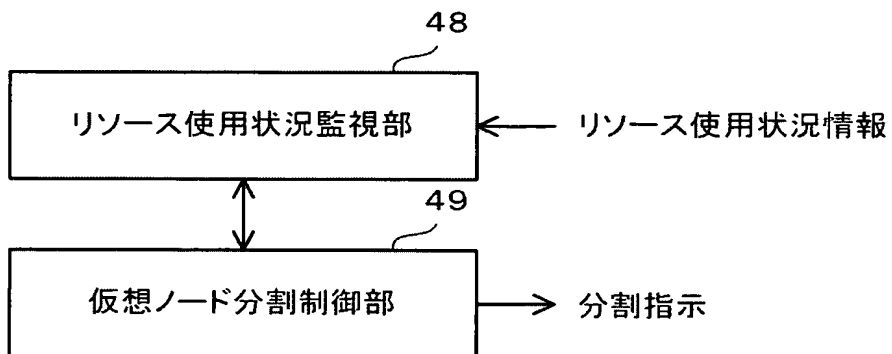
【図 3 4】



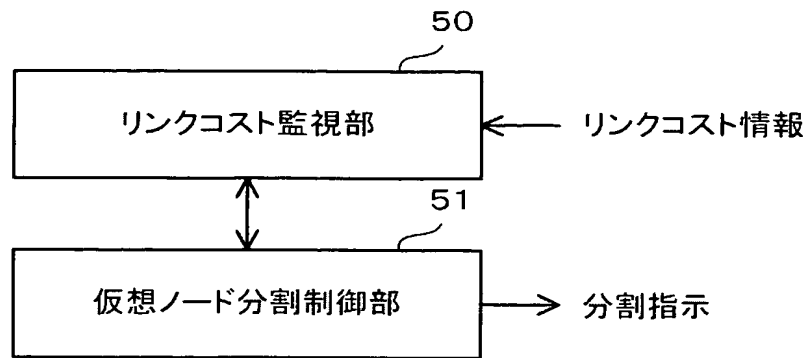
【図 35】



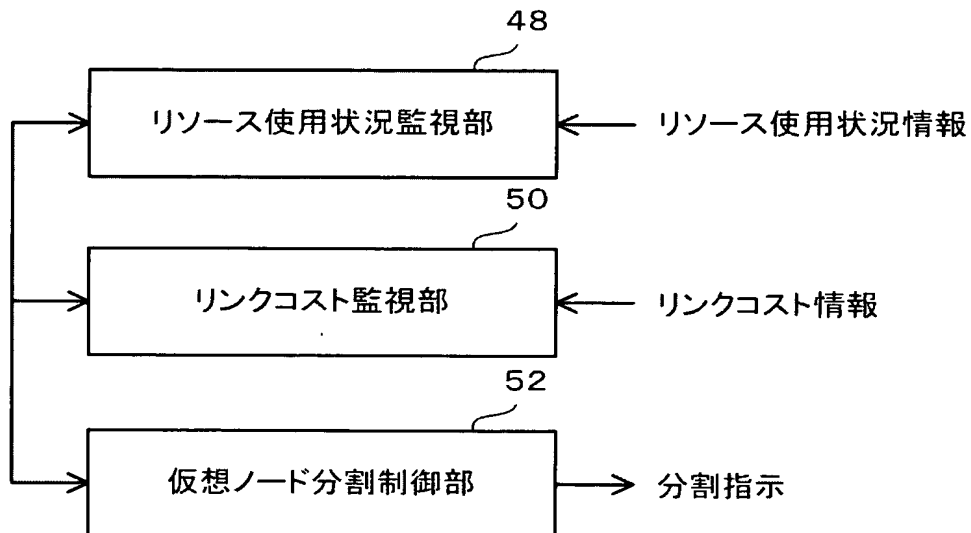
【図 36】



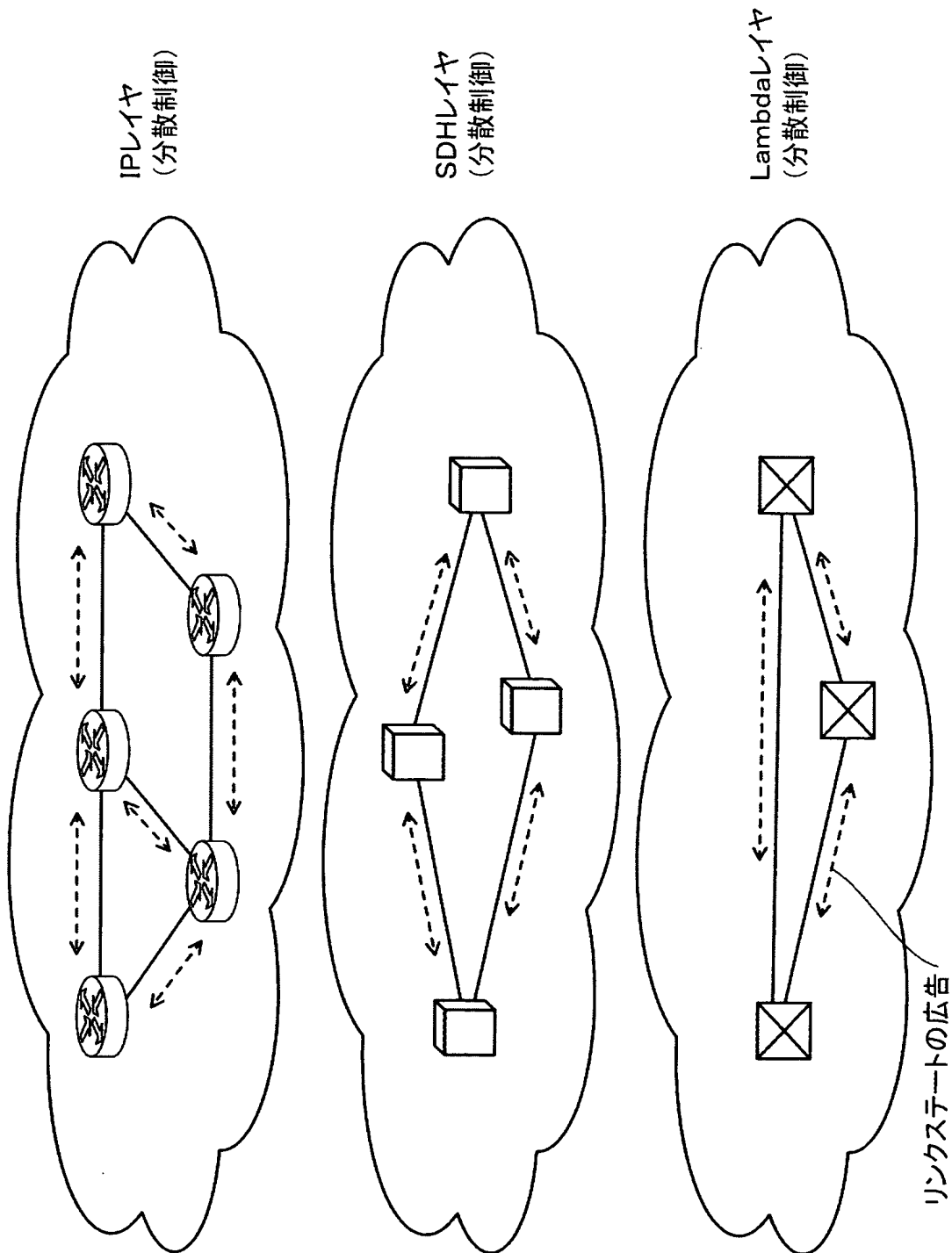
【図 37】



【図 38】



【図 39】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マルチレイヤネットワークのような複雑な処理を必要とするネットワークであっても大規模ネットワークへの拡張を実現する。経路計算を効率良く行う。

【解決手段】 仮想ノードという概念を導入し、さらに、この仮想ノードを階層化し、各仮想ノードで処理を分散して行う。

【選択図】 図 1

特願 2003-036801

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日

1999年 7月15日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏 名

日本電信電話株式会社